Chemiſche Briefe

von

Juſtus Liebig.

Heidelberg.
Akademiſche Verlagshandlung von C. F. Winter.
1844.

69

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Druck von H. L. Brönner in Frankfurt a. M.

Vorrede.

Ohne die verborgenen Fäden zu kennen, an welche sich die dem Leben und der Wissenschaft zugewachsenen Erwerbungen knüpfen, dürfte es auch dem aufmerksamsten Beobachter nicht gelingen, zum Verständniß der gegenwärtigen Zeit in ihrer materiellen und intellectuellen Gestaltung zu gelangen. Dem gebildeten Menschen ist diese Kenntniß ein Bedürfniß, insofern sie die erste und wichtigste Bedingung der Entwicklung und Vervollkommnung seines geistigen Lebens in sich schließt; für ihn ist das Bewußtwerden der Ursachen und Kräfte, die so vielen und reichen Erfolgen zu Grunde liegen, an sich schon Gewinn, weil durch das Geschehene das Bestehende erst klar und das Auge für das Zukünftige empfänglich gemacht wird. Mit ihrer Bekanntschaft nimmt er an der Bewegung Theil, es verliert sich durch sie das anscheinend Zufällige und Räthselhafte der gewonnenen Resultate von selbst, und in dem natürlichsten, nothwendigsten Zusammenhange erscheinen ihm die neuen und gesteigerten Geistesrichtungen der Zeit. Indem er Besitz von den ihm gebotenen geisti-

gen Gütern nimmt, erwächst ihm der Vortheil, sie nach seinem Willen und Vermögen zu seinem Nutzen zu verwenden, zur Vermehrung dieser Reichthümer beizutragen, ihre Segnungen zu verbreiten und fruchtbringend für Andere zu machen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die chemischen Briefe verfaßt; sie haben den Zweck, die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt auf den Zustand und die Bedeutung der Chemie, auf die Aufgaben, mit deren Lösung sich die Chemiker beschäftigen, und den Antheil zu lenken, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Physik, Agricultur und Physiologie genommen hat.

Diese Briefe sind, im Sinne des Wortes, für die gebildete Welt geschrieben, welche vor der Erörterung der wichtigsten und schwierigsten Fragen in der Wissenschaft, insofern sie einflußreich für den weiteren Fortschritt und die Anwendungen sind, nicht zurückzuschrecken gewohnt ist, für eine Klasse von Lesern, die an einer sogenannten populären Form der Darstellung, womit man gewöhnlich das Herabziehen in das Gemeine und in das platte Verständlichmachen bezeichnet, kein Gefallen finden kann. Die Naturforschung hat das Eigene, daß alle ihre Resultate dem gesunden Menschenverstande des Laien ebenso klar, einleuchtend und verständlich sind wie dem Gelehrten, daß der Letztere vor dem Andern nichts voraus hat, als

die Kenntniß der Mittel und Wege, durch welche sie erworben worden sind; diese sind aber für die nützlichen Anwendungen in den meisten Fällen völlig gleichgültig.

Die von mir in der Darstellung gewählte Form bedarf, wie ich glaube, keiner weiteren Entschuldigung; ich glaubte sie mir selbst und der Zeitschrift schuldig zu sein, in welcher diese Briefe zuerst erschienen sind.

Jeder, der mit einiger Aufmerksamkeit sich über die deutschen Zustände unterrichtet, muß erkennen, daß die in Augsburg erscheinende Allgemeine Zeitung durch ihre Verbreitung, durch den Umfang und die Mannichfaltigkeit ihrer Richtungen, durch die Tiefe und Gründlichkeit ihrer Mittheilungen aus allen Fächern des Wissens, so wie durch den richtigen Geschmack und den feinen Gefühlssinn der Männer, denen ihre Leitung anvertraut ist, für die Bedürfnisse der Gegenwart, zu einem Organ der Culturgeschichte in ihren politischen, socialen und wissenschaftlichen Beziehungen sich erhoben hat, und es erklärt sich hieraus von selbst, warum ich einer wiederholten dringenden Aufforderung des Besitzers dieser Zeitung gerne entsprach und den Versuch unternahm, der Chemie in einem weiteren Kreise der Gesellschaft Zutritt zu verschaffen. Die „chemischen Briefe" (die zwölf ersten) sind in zwei Auflagen in englischer Sprache erschienen (**Familiar Letters on Chemistry. 2d Edition. London, Taylor and Walton. 1844.**) und diese englische Ausgabe ist

auf einem Blatt in Zeitungsform, zu vier Cents das Stück, in mehr als 60,000 Exemplaren in Amerika verbreitet worden; zuletzt ist in Italien, welches an fremder Literatur, die französische vielleicht ausgenommen, so wenig Antheil nimmt, eine vortreffliche Uebersetzung (bis zum einundzwanzigsten Brief in der Beilage der Allg. Zeit. vom 6. Mai 1841) erschienen (Lettere chimiche di Giusto Liebig, trad. dal Dr. G. D. Bruni. Torino, Stamperia reale. 1841.). Alles dies löst mir die Hoffnung ein, daß auch in meinem Vaterlande, worauf ich bei weitem den meisten Werth lege, der Zweck, für welchen diese Briefe geschrieben sind, nicht verkannt, und die Ausgabe der gesammelten Briefe ihre Rechtfertigung finden wird.

Gießen, im Juli 1841.

Justus Liebig.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Brief. Seite

Gegenstand. Einfluß der Naturwissenschaften auf Handel und Industrie. Folgen der Entdeckung des Sauerstoffs. Forschungsweisen der Astronomen und Physiker. Forschungsweise der Chemiker. Chemische Analyse. Angewandte Chemie. Einfluß der Chemie auf die Erforschung der Lebenserscheinungen 1

Zweiter Brief.

Falsche Anschauungsweise der Naturerscheinungen bei den Alten. Richtige Naturerkenntniß. Vermittlerin des Christenthums. Betrachtungen über die Wunder der Natur. Naturerkenntniß, Quelle der Gotteserkenntniß . . 27

Dritter Brief.

Chemische Kräfte, Verwandtschaft. Chemische Verbindungen. Eintheilung der Elemente. Metalle und Metalloide. Wirkung der Wärme auf die chemischen Verbindungen. Aufhebung der Cohäsion. Lösung, mächtigstes Mittel der Analyse 33

Vierter Brief.

Maß und Gewicht der sich verbindenden Elemente, ein Hauptgegenstand der Betrachtung der Chemiker. Chemische Proportionen. Chemische Zeichen. Mischungsgewichte — Aequivalente. Aequivalent eines Metalloxyds. Aequivalent einer Säure. Chemische Formeln 43

Fünfter Brief.

Ursache der chemischen Proportionen. Atomistische Theorie 55

Sechster Brief. Seite

Weitere Betrachtungen über die Atome. Gestalt der Atome. Krystallform. Durcheinander-Krystallisiren der Salze. Ursache davon, gleiche Krystallform oder gleiche atomistische Constitution. Isomorphie. Specifisches Gewicht. Atomvolum 66

Siebenter Brief.

Chemische Apparate. Materialien, aus welchen sie zusammengesetzt werden: Glas — Kautschouk — Kork — Platin. Die Wage. Die Elemente der Alten. Lavoisier und seine Nachfolger. Studium der Elemente der Erde. Synthetische Erzeugung von Mineralien — Lasurstein. Organische Chemie 85

Achter Brief.

Formveränderungen, welche die Materie erleidet. Verwandlung der Gase in Flüssigkeiten und feste Körper. Kohlensäure. Ihre Eigenschaften im festen Zustande. Condensation der Gase durch poröse Körper — durch Platinschwamm. Wichtigkeit dieser Eigenschaft in der Natur . 91

Neunter Brief.

Fabrication der Soda aus Kochsalz. Ihre Wichtigkeit für Handel und Gewerbe. Glas. Seife. Schwefelsäure. Raffinirung des Silbers. Bleichen. Schwefelhandel . . 100

Zehnter Brief.

Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis. Anwendung des Magnetismus als bewegende Kraft. Verhältniß zwischen Kohle und Zink als Kraftquellen. Die Runkelrübenzuckerfabrication ist unpolitisch. Leuchtgas . . . 114

Eilfter Brief.

Isomerie oder Gleichheit der Zusammensetzung bei Körpern von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften. Krystallisation. Amorphismus. Isomorphismus oder Gleichheit der Form bei Körpern von durchaus verschiedener Zusammensetzung 127

Zwölfter Brief. Seite

Einfluß mechanischer Kräfte auf Bildung und Zersetzung chemischer Verbindungen. Wirkung der Wärme auf die Affinität. Complicirte Zusammensetzung der organischen Verbindungen im Vergleich mit den Mineralsubstanzen. Ursache der leichteren Zersetzbarkeit der ersteren. Wärme, bedingende Ursache der Form der anorganischen Verbindungen. Wärme, Licht, besonders aber Lebenskraft, bedingende Ursachen von Form und Eigenschaften der organischen Verbindungen 135

Dreizehnter Brief.

Umsetzung der organischen Verbindungen, sobald sie dem Einfluß der Lebenskraft entzogen sind. Gährung, Fäulniß, Verwesung. Bewegung, Ursache dieser Umsetzungen. Gährung des Traubensaftes. Hefe. Umsetzung des Aldehyds. Gährungsmittel im Allgemeinen. Form der Gährung, abhängig von der Gruppirung der sich umsetzenden Atome. Geistige Gährung. Schleimige Gährung. Bildung von Milchsäure, Buttersäure, Fuselöl. Ursachen des Geruchs und Geschmacks der Weine. Essigäther, Buttersäure-Aether, Oenanthsäure-Aether 148

Vierzehnter Brief.

Eigenschaften des thierischen und vegetabilischen Käses. Verhalten des Pflanzenkäses gegen Salicin — Saligenin. Verhalten desselben gegen Amygdalin — Bildung von Blausäure und Bittermandelöl. Wirkung des Pflanzenkäses auf Senfsamen — Erzeugung des flüchtigen Senföles. Aehnlich dem Pflanzenkäse wirkt der Kleber und die thierische Haut, Lab. Käsebereitung. Eigenschaft der Gährungserreger, besonders der Magenhaut, gekochtes Fleisch, Eiweiß ꝛc. zu verflüssigen 167

Fünfzehnter Brief.

Verwesung, ein Verbrennungsproceß. Rasenbleiche, eine technische Anwendung des Verwesungsprocesses. Bier- und Weinfabrication. Essigbildung 187

Sechszehnter Brief. Seite

Einwirkung der Siedhitze auf die Fähigkeit organischer Materien, in Gährung und Verwesung überzugehen. Gay-Lussac's Methode der Aufbewahrung organischer Materien. Hypothesen über Gährung und Fäulniß. Hefenpilze, Ursache der Gährung. Mikroskopische Thiere, Ursache der Fäulniß. Sauerstoffentwicklung aus Wasser, welches organische Materien enthält. Versuche von Rumford, Pfankuch, Wöhler, Eh. und A. Morren 201

Siebenzehnter Brief.

Verhältniß der Chemie zur Physiologie. Eintheilung der Speisen in Nahrungs- und Respirationsmittel. Wirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre. Gleichgewicht zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff 225

Achtzehnter Brief.

Thierische Wärme, ihre Gesetze, ihr Einfluß auf die Functionen des Thierorganismus. Verlust und Ersatz. Einfluß des Klimas. Quellen der thierischen Wärme. Wirkung des Sauerstoffs bei Krankheiten. Respiration . 234

Neunzehnter Brief.

Nahrungsmittel. Bestandtheile des Blutes. Fibrin, Albumin, unorganische Substanzen. Gleiche Zusammensetzung des Fibrins und Albumins. Beziehungen zwischen den thierischen und vegetabilischen Organismen . . . 247

Zwanzigster Brief.

Zunahme des thierischen Organismus. Zweck der Butter und Milch. Umsetzung der Gebilde. Nahrung der Fleischfresser. Nahrung des Pferdes 259

Einundzwanzigster Brief.

Anwendung der im Vorhergehenden enthaltenen Principien auf den Menschen. Eintheilung der menschlichen Nahrung. Anwendung der Gelatine 268

Zweiundzwanzigster Brief. Seite

Kreislauf der Materie im Thier- und Pflanzenreich. Der Ocean. Die Agricultur. Wiederherstellung des Gleichgewichts in dem Boden. Ursachen der Erschöpfung des Feldes. Virginien. England. Ersatz durch Einführung von Knochen. Unzulänglichkeit der empyrischen Landwirthschaft. Nothwendigkeit wissenschaftlicher Principien. Einfluß der Atmosphäre. Salzige und erdige Bodenbestandtheile 276

Dreiundzwanzigster Brief.

Die Agricultur als Kunst und Wissenschaft. Nothwendigkeit der Chemie als Grundlage der agronomischen Processe 289

Vierundzwanzigster Brief.

Wirkungsweise der Brache. Anwendung des Kalks. Wirkung des Brennens. Mergeldüngung 297

Fünfundzwanzigster Brief.

Natur und Wirkungsweise des Düngers. Zerstörung der vegetabilischen Materien. Excremente. Werth der Excremente verschiedener Thiere als Dünger 306

Sechsundzwanzigster Brief.

Quelle des Kohlenstoffs und des Stickstoffs der Pflanzen. Der Kohlenstoffertrag von Wäldern und Wiesen, denen nur mineralische Stoffe zugeführt werden, beweist seine Abstammung aus der Atmosphäre. Beziehung zwischen den Bodenbestandtheilen, dem Kohlenstoff und dem Stickstoff. Wirkung der Kohlensäure und des Ammoniaks im Dünger. Nothwendigkeit der unorganischen Substanzen zur Erzeugung der Blutbestandtheile. Nothwendigkeit analytischer Untersuchungen zur Hebung des Ackerbaues 317

Verbesserungen.

Seite	34	Zeile	9	von	oben	statt:	Eisen	lies: Quecksilber.
"	46	"	15	"	"	"	zuerst	" zuletzt.
"	48	"	4	"	"	"	einfachas	" einfaches.
"	48	"	10	"	"	"	10,00	" 47,00.
"	72	"	10	"	"	"	dunkelgrüne	" schwarzrothe.
"	72	"	5	"	unten	"	dunkelgrunes	" schwarzrothes.
"	192	"	1	"	"	"	Stearinsaure	" Margarinsaure.
"	193	"	8	"	oben	"	das Licht	" die Luft.
"	217	"	12	"	unten	füge ein nach Masse:		„von Wöhler."

Erſter Brief.

In den Schriften der neueren Zeit iſt ſo viel und ſo häufig von Chemie die Rede, daß eine beſtimmtere Andeutung ihres Einfluſſes auf Gewerbe und Induſtrie, ihre Beziehungen zur Agricultur, Phyſiologie und Medizin, vielleicht keine ganz undankbare Aufgabe genannt werden dürfte.

Möchte es mir in dieſem erſten Briefe gelingen, die Ueberzeugung zu befeſtigen, daß die Chemie als ſelbſtſtändige Wiſſenſchaft eines der mächtigſten Mittel zu einer höheren Geiſtescultur darbietet, daß ihr Studium nützlich iſt, nicht nur inſofern ſie die materiellen Intereſſen der Menſchen fördert, ſondern weil ſie Einſicht gewährt in die Wunder der Schöpfung, welche uns unmittelbar umgeben, an die unſer Daſein, Beſtehen und unſere Entwickelung auf's engſte geknüpft ſind.

Die Fragen nach den Urſachen der Naturerſcheinungen, nach den Veränderungen von Allem, was uns täglich umgibt, iſt dem regen menſchlichen Geiſte ſo angemeſſen, daß die Wiſſenſchaften, welche befriedigende Ant-

worten auf diese Fragen geben, mehr wie alle andern, Einfluß auf die Cultur des Geistes auszüben.

Die Chemie, als Theil der Wissenschaft der Naturforschung, ist auf's engste verwandt mit der Physik, diese letztere steht in genauer Verbindung mit Astronomie und Mathematik. Die Grundlage eines jeden Zweiges der Naturwissenschaft ist die einfache Naturbeobachtung, nur ganz allmälig haben sich die Erfahrungen zur Wissenschaft gestaltet.

Die Beziehungen des Lichtes zur Erde, der Ortswechsel der Gestirne, der Wechsel von Tag und Nacht, die Jahreszeiten, die Verschiedenheit der Temperatur in verschiedenen Zonen haben zur Astronomie geführt.

In demselben Grade, als der menschliche Geist an Einsicht zunimmt, die ihm von irgend einer Seite aus zufließt, stärken und erheben sich alle seine Fähigkeiten nach allen andern Richtungen hin; die genaue Bekanntschaft mit dem Zusammenhang gewisser Erscheinungen, die Erwerbung einer neuen Wahrheit ist ein dem Menschen zugewachsener neuer Sinn, der ihn jetzt befähigt, zahllose andere Erscheinungen wahrzunehmen und zu erkennen, die ihm früher, die einem Andern unsichtbar und verborgen bleiben.

Mit der Astronomie entstand die Physik, bei einem gewissen Grad ihrer Ausbildung zeugte sie die wissenschaftliche Chemie, aus der organischen Chemie werden

sich die Gesetze des Lebens, es wird sich die Physiologie entwickeln.

Sie dürfen aber nicht vergessen, daß man die Dauer des Jahres bestimmte, den Wechsel der Jahreszeiten erklärte, Mondsfinsternisse berechnete, ohne die Gesetze der Schwere zu kennen; man hat Mühlen gebaut und Pumpen gehabt und den Druck der Luft nicht gekannt; man hat Glas und Porzellan gemacht, man hat gefärbt und Metalle geschieden, Alles durch bloße Experimentirkunst, ohne also durch richtige wissenschaftliche Grundsätze geleitet zu sein. So ist die Geometrie in ihrer Grundlage eine Erfahrungswissenschaft, die meisten Lehrsätze derselben waren durch Erfahrung gefunden, ehe ihre Wahrheit durch Vernunftschlüsse bewiesen wurde. Daß das Quadrat der Hypothenuse gleich sei dem Quadrate der beiden Cathe-den, war eine Erfahrung, eine Entdeckung; würde sonst der Entdecker, als er den Beweis fand, eine Hekatombe geopfert haben?

Wie ganz anders stellen sich aber jetzt die Entdeckungen des Naturforschers dar, seitdem der geistige Hauch einer wahren Philosophie, nennen wir sie Physik, Chemie, Mathematik, oder wie wir sonst wollen, ihn dahin geführt hat, die Erscheinungen zu studiren, um zu Schlüssen auf ihre Ursachen und Gesetze zu gelangen.

Von einem einzelnen erhabenen Genius, von Newton, ist mehr Licht ausgegangen, als ein Jahrtausend vor ihm

hervorzubringen vermochte. Die richtige Ansicht von der Bewegung der Himmelskörper, des Falls der Körper, ist die Mutter von zahllosen andern Entdeckungen geworden; die Schifffahrt, der Handel, die Industrie, jeder einzelne Mensch zieht, so lange Menschen existiren, geistige und materielle Vortheile aus seinen Entdeckungen.

Ohne die Geschichte der Physik zu Rathe zu ziehen, ist es unmöglich, sich eine Vorstellung über den Einfluß zu machen, den die Naturforschung auf die Cultur des Geistes ausgeübt hat. In unsern Schulen prägen sich den Kindern Wahrheiten ein, deren Eroberung unermeßliche Arbeiten, unsägliche Anstrengungen gekostet hat. Sie lächeln, wenn wir ihnen erzählen, wie der italienische Naturforscher eine lange ausführliche Abhandlung darüber schrieb, daß der Schnee auf dem Aetna aus der nämlichen Substanz bestehe, wie der Schnee der Schweizeralpen, daß er eine Menge Beweise häufte, um darzuthun, daß beide beim Schmelzen Wasser von gleichen Eigenschaften und gleicher Beschaffenheit geben; und doch war dieser Schluß nicht so handgreiflich, denn wie sehr ist die Temperatur Siciliens von der in der Schweiz verschieden. Niemand hatte damals eine Vorstellung über die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde; und wenn ein Knabe ein gefülltes Glas mit einem losen Stücke Papier verschließt und umkehrt, ohne daß ein Tropfen Flüssigkeit herausläuft, so setzt er nur ein zweites

Kind damit in Erstaunen, und doch ist es der nämliche Versuch, der den Namen Torricelli unsterblich macht; es ist eine Variation des Versuches, mit welchem der Magdeburger Bürgermeister in Regensburg Kaiser und Reich in sprachlose Verwunderung setzte. Unsere Kinder haben von der Natur und von Naturerscheinungen richtigere Begriffe und Vorstellungen, wie Plato; sie dürften zu spotten sich ermessen über die Irrthümer, welche Plinius beging.

Durch Geschichte, Philosophie und die classischen Studien erwerben wir uns Kenntniß der intellectuellen Welt, der Gesetze des Forschens und Denkens, der geistigen Natur des Menschen. Indem wir die Seelen der großen und guten Menschen aller Zeiten lesen, lernen wir aus den Erfahrungen vergangener Jahrhunderte, wie die Leidenschaften zu mildern und zu regieren, wie das Herz zu sänftigen; sie führen uns zum Verständniß des Menschen der gegenwärtigen Zeit, dessen moralische Natur ewig dieselbe bleibt; sie lehren uns die Grundsätze der Religion, der Wahrheit, des Rechtes in die schönste Form zu kleiden und um so tieferen Eindruck auf die Gemüther Anderer zu machen. Aber die Geschichte und Philosophie konnten nicht hindern, daß man Menschen als Zauberer verbrannte, und da sich der große Keppler nach Tübingen begab, um seine Mutter vom Feuertode zu retten, konnte er nur beweisen, daß ihr die wahren Erfordernisse zu einer Hexe völlig abgingen.

Wie ein Samenkorn von einer reifen Frucht trennte sich vor sechszig Jahren die Chemie als selbstständige Wissenschaft von der Physik; mit Cavendish, Priestley fängt ihre neue Zeitrechnung an. Die Medizin, die Pharmacie, die Technik hatten den Boden vorbereitet, auf welchem das Samenkorn sich entwickeln, auf welchem es gedeihen sollte.

Die Grundlage ist, wie man weiß, eine dem Anschein nach sehr einfache Ansicht über die Verbrennung. Wir wissen jetzt, was sich daraus entwickelt, welche Wohlthaten, welchen Segen sie verbreitet hat. Seit der Entdekkung des Sauerstoffs hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in Sitten und Gewohnheiten erfahren. Die Kenntniß der Zusammensetzung der Atmosphäre, der festen Erdrinde, des Wassers, ihr Einfluß auf das Leben der Pflanzen und Thiere, knüpften sich an diese Entdeckung. Der vortheilhafte Betrieb zahlloser Fabriken und Gewerbe, die Gewinnung von Metallen steht damit in der engsten Verbindung. Man kann sagen, daß der materielle Wohlstand der Staaten um das Mehrfache dadurch seit dieser Zeit erhöht worden ist, daß das Vermögen eines jeden Einzelnen damit zugenommen hat.

Eine jede einzelne Entdeckung in der Chemie hat ähnliche Wirkungen in ihrem Gefolge, eine jede Anwendung ihrer Gesetze ist fähig, nach irgend einer Richtung hin dem Staate Nutzen zu bringen, seine Kraft, seine Wohlfahrt zu erhöhen.

In vielen Beziehungen beſitzt die Chemie Aehnlichkeit mit der Mathematik; ſo wie dieſe letztere uns lehrt, Felder zu vermeſſen, Häuſer zu bauen, Laſten zu heben, iſt ſie, wie die Rechenkunſt ein Inſtrument, deſſen geſchickte Handhabung augenfälligen Nutzen bringt. Auf der andern Seite befähigt die Mathematik den Menſchen, richtige Vernunftſchlüſſe nach beſtimmten Regeln zu ziehen; ſie lehrt ihn eine eigenthümliche Sprache kennen, die ihm erlaubt, eine Reihe von Folgerungen auf eine außerordentlich einfache Art in Linien und Zeichen auszudrücken, die Jedem verſtändlich ſind, der dieſe Sprache kennt; ſie lehrt ihn durch gewiſſe Operationen, die mit dieſen Linien und Zeichen vorgenommen werden, Wahrheiten aufzufinden; ſie lehrt ihn, klare Einſicht in vorher dunkle und unbekannte Verhältniſſe zu gewinnen.

Der Mechaniker, der Phyſiker, der Aſtronom benutzen die Mathematik wie ein völlig unentbehrliches Inſtrument, welches ihnen als Mittel dient, um gewiſſe Zwecke zu erreichen; ſie müſſen in ſeiner Handhabung, in ſeinem Gebrauche ſo geübt ſein, daß ihre Anwendung zu einer mechaniſchen Fertigkeit wird, die nur ihr Gedächtniß in Anſpruch nimmt; aber das Inſtrument macht ja das Werk nicht, ſondern der menſchliche Geiſt. Sie werden zugeben, daß ihnen ohne Urtheil, ohne Scharfſinn und Beobachtungsgabe alle mathematiſchen Kenntniſſe nutzlos ſind.

Sie können sich einen Menschen denken, der, begünstigt durch ein großes Gedächtniß, sich mit allen Lehrsätzen der Mathematik auf's vollkommenste vertraut gemacht hat, der es zu einer großen Fertigkeit gebracht hat, mit diesem Instrumente umzugehen, ohne daß er im Stande ist, sich selbst eine Aufgabe zu geben. Wenn Sie ihm die Aufgabe, wenn Sie ihm die Bedingungen zur Lösung einer Frage geben, so gelingt es ihm, durch die Vornahme der ihm geläufigen Operationen zu einer Antwort zu gelangen, ausgedrückt in einer Formel, in gewissen Zeichen, deren Sinn ihm durchaus unverständlich ist, weil zur Beurtheilung der Wahrheit dieser Formel ihm wieder andere Bedingungen fehlen. Dieß ist ein bloßer Rechner; sobald er aber die Fähigkeit und das Talent besitzt, sich selbst eine Frage zu geben und die Wahrheit seiner Rechnung zu prüfen, so wird er zum Naturforscher; denn wo sonst sollte die Aufgabe hergenommen sein, wenn nicht aus der Natur oder aus dem Leben?

Sie nennen ihn Mechaniker, oder Astronom, oder mathematischen Physiker, wenn er, von der Beobachtung ausgehend, den Zusammenhang gewisser Erscheinungen zu ermitteln, wenn er die Ursachen aufzufinden weiß, durch die sie hervorgebracht werden, wenn er die Resultate seiner Forschung nicht nur in einer Formel, in der Sprache des Mathematikers auszudrücken vermag, sondern wenn

er überdieß noch die Fähigkeit besitzt, eine Anwendung davon zu machen; wenn er die Formel also in einer Erscheinung wiedergeben und hierdurch ihre Wahrheit prüfen kann.

Der Astronom, der Physiker, der Mechaniker bedarf demnach zu der Mathematik, die er als Instrument gebraucht, noch der Kunst, Beobachtungen zu machen, die Erscheinungen zu interpretiren; es gehört dazu die Fähigkeit, einen Vernunftsschluß in einer Erscheinung, in einer Maschine, durch einen Apparat wiederzugeben, eine Reihe von Schlüssen durch Versuche zu beweisen.

Der Physiker stellt sich die Lösung einer Frage, er will die Bedingungen einer Erscheinnng, die Ursachen ihres Wechsels erforschen, und er gelangt, wenn die Frage richtig gestellt und alle Factoren in Rechnung genommen sind, durch Hülfe mathematischer Operationen zu einem einfachen Ausdruck der unbekannten Größe oder des gesuchten Verhältnisses. Dieser Ausdruck erklärt, in Worte übersetzt, den Zusammenhang der beobachteten Erscheinungen, der von ihm angestellten Versuche; er ist wahr, wenn er ihm erlaubt, eine gewisse Reihe von andern Erscheinungen hervorzurufen, welche Folgerungen dieses Ausdrucks sind.

Sie sehen leicht ein, wie die Mathematik mit der Naturforschung zusammenhängt, daß neben der Mathematik ein hoher Grad von Einbildungskraft, Scharfsinn

und Beobachtungsgabe dazu gehört, um nützliche Entdeckungen in der Physik, Astronomie oder Mechanik zu machen. Es ist ein ganz gemeiner Irrthum, daß man die Entdeckungen der Mathematik zuschreibt, es geht damit, wie in tausend Dingen, wo man den Effect mit der Ursache verwechselt. So schreibt man den Dampfmaschinen zu, was dem Feuer, den Steinkohlen, was dem menschlichen Geiste angehört. Zu Entdeckungen in der Mathematik gehört dieselbe Geisteskraft, derselbe Scharfsinn, das nämliche Denkvermögen wie für Lösung anderer schwieriger Probleme, in Beziehung auf ihre Anwendungen sind es Vervollkommnungen des Instruments, unzähliger nützlicher Anwendungen fähig, allein die Mathematik macht in der Wissenschaft der Naturforschung, von sich selbst ausgehend, keine Entdeckungen, sie verarbeitet stets nur das Gegebene, das durch die Sinne Beobachtete, den durch den Geist geschaffenen neuen Gedanken.

Der mathematischen Physik gegenüber steht die Experimentalphysik; diese ist es, welche Thatsachen entdeckt, untersucht und dem mathematischen Physiker vorbereitet. Die Aufgabe der Experimentalphysik ist, die Gesetze, die aufgefundenen Wahrheiten durch Erscheinungen auszudrücken, die mathematische Formel durch Versuche zu erläutern und den Sinnen anschaulich zu machen.

Die Chemie verfährt in der Beantwortung ihrer Fragen in derselben Weise, wie die Experimentalphysik.

Sie lehrt die Mittel kennen, welche zur Kenntniß der mannichfaltigen Körper führen, woraus die feste Erdrinde besteht, welche Bestandtheile des thierischen und vegetabilischen Organismus bilden.

Wir studiren die Eigenschaften der Körper, die Veränderungen, die sie in Berührung mit andern erleiden. Alle Beobachtungen zusammengenommen bilden eine Sprache; jede Eigenschaft, jede Veränderung, die wir an den Körpern wahrnehmen, ist ein Wort in dieser Sprache.

Die Körper zeigen in ihrem Verhalten gewisse Beziehungen zu andern, sie sind ihnen ähnlich in der Form, in gewissen Eigenschaften, oder weichen darin von ihnen ab. Diese Abweichungen sind eben so mannichfaltig, wie die Worte der reichsten Sprache; in ihrer Bedeutung, in ihren Beziehungen zu unsern Sinnen sind sie nicht minder verschieden.

Die Körper sind verschieden in ihrer Qualität; was ihre Eigenschaften uns sagen, ändert sich, je nachdem sie geordnet sind; wie in jeder andern, haben wir in der eigenthümlichen Sprache mit der die Körper zu uns reden, Artikel, Fälle, alle Beugungen der Haupt- und Zeitwörter, wir haben eine Menge Synonymen. Dieselben Quantitäten der nämlichen Elemente bringen je nach ihrer Stellung ein Gift, ein Arzneimittel, ein Nahrungsmittel, einen flüchtigen oder einen feuerbeständigen Körper hervor.

Wir kennen die Bedeutung ihrer Eigenschaften, der Worte nämlich, in denen die Natur zu uns spricht, und benutzen das Alphabet, um zu lesen.

Eine Mineralquelle in Savoyen heilt Kröpfe; ich stelle an sie gewisse Fragen, und alle Buchstaben zusammengestellt, sagt sie mir, daß sie Jod enthält.

Ein Mann ist nach dem Genusse einer Speise mit allen Zeichen der Vergiftung gestorben; die Sprache der Erscheinungen welche dem Chemiker geläufig ist, sagt ihm, der Mann sei an Arsenik oder an Sublimat gestorben.

Der Chemiker bringt ein Mineral durch seine Fragen zum Sprechen; es antwortet ihm, daß es Schwefel, Eisen, Chrom, Kieselerde, Thonerde, oder irgend eins der Worte der chemischen Sprache der Erscheinungen, in gewisser Weise geordnet enthält. Dieß ist die chemische Analyse.

Die Sprache der Erscheinungen leitet den Chemiker zu Combinationen, aus denen unzählige nützliche Anwendungen sich ergeben; sie führen ihn zu Verbesserungen in Fabriken und Gewerben, in der Bereitung von Arzneien, in der Metallurgie. Er hat den Ultramarin entziffert, es handelt sich jetzt darum, das Wort durch eine Erscheinung wiederzugeben, den Ultramarin mit allen seinen Eigenschaften wieder darzustellen. Dieß ist die angewandte Chemie.

Kaum ist bis jetzt eine Anforderung der Gewerbe, der Industrie, der Physiologie durch die wissenschaftliche Chemie unbefriedigt geblieben. Eine jede Frage, scharf und bestimmt gestellt, ist bis jetzt gelöst worden, nur wenn der Fragende selbst nicht klar über den Gegenstand war, über den er Erläuterung begehrte, blieb er ohne Antwort.

Die letzte und höchste Aufgabe der Chemie ist die Erforschung der Ursachen der Naturerscheinungen, ihres Wechsels, so wie der Factoren, welche verschiedenartige Erscheinungen mit einander gemein haben; der Chemiker ermittelt die Gesetze, nach denen die Naturerscheinungen vor sich gehen, und er gelangt zuletzt, indem er alles durch die Sinne Wahrnehmbare und Erkannte zusammenfaßt, zu einem geistigen Ausdruck der Erscheinungen, zu einer Theorie.

Um aber in dem mit unbekannten Chiffern geschriebenen Buche lesen zu können, um es zu verstehen, um die Wahrheit einer Theorie klar einzusehen und die Erscheinungen, worauf sie gestützt, und die Kräfte, durch die sie hervorgebracht sind, unserm Willen unterthan zu machen, muß man nothwendig erst das Alphabet kennen lernen, man muß sich mit dem Gebrauch dieser Zeichen bekannt machen, man muß sich Uebung und Gewandtheit in ihrer Handhabung verschaffen, man muß die Regeln kennen lernen, welche den Combinationen zu Grunde liegen.

Aehnlich wie die höhere Mechanik, die Physik eine große Geübtheit in der mathematischen Analyse voraussetzt, muß der Chemiker als Naturforscher sich die vertrauteste Bekanntschaft mit der chemischen Analyse erworben haben. Alle seine Schlüsse, seine Resultate drückt er durch Versuche, durch Erscheinungen aus.

Jeder Versuch ist ein Gedanke, der den Sinnen wahrnehmbar gemacht ist durch eine Erscheinung. Die Beweise für unsere Gedanken, für unsere Schlüsse, so wie ihre Widerlegungen, sind Versuche, sind Interpretationen von willkürlich hervorgerufenen Erscheinungen.

Es war eine Zeit, wo die Chemie, ähnlich wie die Astronomie, die Physik und Mathematik, weiter nichts als eine durch Erfahrung ausgemittelte und in Regeln gebrachte Experimentirkunst war; seitdem man aber die Ursachen und Gesetze kennt, die diesen Regeln zu Grunde liegen, hat die Experimentirkunst ihre Bedeutung verloren.

Das mühsame, zeitraubende Erlernen der Handgriffen und Methoden, von Vorsichtsmaßregeln in den chemischen Gewerben, in der Industrie, der Pharmacie, die sonderbaren Attribute des Chemikers früherer Zeit, ihre Oefen und Gefäße, sind zu Curiositäten geworden: Alles dieß erlernt sich nicht mehr, sondern es versteht sich von selbst, da man die Ursachen kennt, die sie nothwendig gemacht haben. Das Gelingen eines Versuches, einer Operation hängt weit weniger von der mechanischen Ge-

schicklichkeit, als von Kenntnissen ab; das Mißglücken beruht auf der mangelhaften Erkenntniß; das Entdecken auf Gewandtheit im Combiniren und auf dem Denkorgan.

In den Vorlesungen lehren wir das Alphabet, in den Laboratorien den Gebrauch dieser Zeichen; der Schüler erwirbt sich darin Fertigkeit im Lesen der Sprache der Erscheinungen, er lernt die Regeln der Combinationen, so wie Gewandtheit und die Gelegenheit, sie in Anwendung zu bringen.

Sobald sich diese Buchstaben und Zeichen zu einer geistigen Sprache gestaltet haben, so verliert und verwischt sich ihre Bedeutung nicht mehr. Mit ihrer Kenntniß ist er ausgerüstet, um unbekannte Länder zu erforschen, sich überall zu belehren und Entdeckungen zu machen, wo ihre Zeichen gelten; sie ist das Mittel zum Verständniß der Sitten, der Gewohnheiten, der Bedürfnisse, die in diesen Gegenden herrschen. Er kann zwar auch ohne die Kenntniß dieser Sprache die Grenzen dieser Länder überschreiten, allein er setzt sich zahllosen Mißverständnissen und Irrthümern aus. Er fordert Brod, und man gibt ihm einen Stein.

Die Medizin, die Physiologie, die Geologie, die Experimental-Physik, sie sind diese unbekannten Länder, deren Gesetze, deren Einrichtungen und Regierungsformen er kennen lernen will. Ohne die Sprache

der Erscheinungen zu kennen, ohne die Kunst, sie zu interpretiren, bleibt ihm nichts darin zu entdecken übrig, als die Kenntniß der Formen und äußeren Beschaffenheiten.

Sehen Sie nicht, woran die Physiologie Mangel leidet? erkennen Sie nicht die innere Ueberzeugung unserer großen Physiologen an jedem Worte, was sie sprechen, an jedem Versuch, den sie anstellen? Die Kenntniß der äußeren Formen befriedigt sie nicht mehr, sie sind durchdrungen von der Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit einer tieferen, inneren, einer chemischen Einsicht; aber ist diese denkbar oder möglich ohne Kenntniß unserer Sprache?

Wenn andere minder begabte Physiologen der Chemie den Vorwurf machen, daß alle unsere Resultate ihnen nutzlos, unfähig einer nützlichen Anwendung für sie wären, so ist dieß eine große Ungerechtigkeit, da sie ihren Sinn und ihre Bedeutung nicht verstehen; für sie wäre es eben so unmöglich, ein Buch in deutscher Sprache, aber in hebräischen Buchstaben geschrieben zu lesen, wenn sie diese Buchstaben nicht kennen.

Bemerken Sie nicht, daß die Physiologie von vielen Medizinern in ganz gleicher Weise, wie die Chemie, gering geachtet wird? daß ihr die Medizin die gleichen Vorwürfe macht, und zwar mit demselben Unrechte?

Der Arzt, welcher die Medizin nicht als Wissenschaft, sondern als Experimentirkunst erlernt hat, erkennt keine

Prinzipien, sondern nur Regeln an, aus der Erfahrung entnommen, was in diesen und jenen Fällen gut und nicht gut wirkte. Nach dem Warum, nach den Ursachen fragt die Experimentirkunst nicht. Von welchem Standpunkte aus würden aber die abnormen, die krankhaften Zustände im menschlichen Organismus beurtheilt werden, wenn uns die normalen mit genügender Sicherheit bekannt wären, wenn wir völlig klare Vorstellungen über die Verdauungs-, Assimilations- und die Excretionsprocesse hätten. Wie ganz anders würde die Behandlungsweise der Krankheiten sein. Ohne richtige Vorstellungen über Kraft, Ursache und Wirkung, ohne praktische Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, ohne gründliche physiologische und chemische Bildung, ist es ein Wunder, daß sonst verständige Menschen die widersinnigsten Ansichten vertheidigen, daß in Deutschland die Lehre von Hahnemann aufkommen, daß sie Schüler in allen Ländern finden konnte? Der Verstand allein, schützt selbst Nationen nicht, vor Aberglauben, aber das Kind verliert mit der Entwickelung seines Geistes und seiner Kenntnisse die Furcht vor Gespenstern.

Kann man von solchen Männern erwarten, daß sie aus den Entdeckungen der Chemie und Physiologie auch nur den kleinsten Nutzen ziehen, kann man sie für fähig halten, auch nur die unbedeutendste Anwendung davon zu machen, sie, die nicht das Wesen der Naturforschung

mit philosophischem Geiste erfassen, die nicht gelernt haben die Sprache der Erscheinungen zu interpretiren!

Sie und ihre Geistesverwandte verdrießt es, daß die Wahrheit so einfach ist, obwohl es ihnen mit aller Mühe nicht gelingt sie praktisch zu nützen, daher geben sie uns die unmöglichsten Ansichten und schließen sich in dem Worte *Lebenskraft* ein wunderbares Ding, mit dem sie alle Erscheinungen erklären, die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus *unbegreiflichen* unbestimmten Etwas, *erklärt* man alles was *nicht begreiflich* ist!!

Um das Wesen der Lebenskraft zu ergründen und ihre Wirkungen zu begreifen, müssen die Aerzte genau den Weg verfolgen, den man in der Physik und Chemie mit so großem Erfolge betreten hat.

Sicher gab es keinen Zustand der Materie, welcher dem körperlichen und geistigen Auge verborgener und dunkler war, wie der, welchen wir mit *elektrisch* bezeichnen.

Ein Jahrtausend seit der Entwickelung der Physik ist vorübergegangen, ehe der menschliche Geist nur eine Ahnung von der ungeheuersten Naturgewalt hatte, die an allen Veränderungen der unorganischen Natur, an allen Prozessen des vegetabilischen und animalischen Lebens Antheil nimmt.

In Folge unermüdlicher Untersuchungen, unabgeschreckt durch Schwierigkeiten ohne Zahl, erwarb sich der

Naturforscher ihre genauste Bekanntschaft und machte sie zu seiner Dienerin; er weiß jetzt daß sie mit Wärme, Licht und Magnetismus von einer Mutter stammt, durch sie hat er sich die Geschwister unterthan gemacht, sie folgen seinem Rufe, mit ihrer Hülfe zeichnet er dem Blitze seinen Weg vor, er lockt damit die edlen Metalle aus ihren ärmsten Erzen, durch sie gelang es ihm zuerst die wahre Natur der Bestandtheile des Erdkörpers zu ergründen, er setzt mit ihrer Hülfe Schiffe in Bewegung und vervielfältigt mit ihr Gegenstände der Kunst.

Eine Kraft läßt sich nicht sehen, wir können sie mit unsern Händen nicht fassen; um sie in ihrem Wesen und ihrer Eigenthümlichkeit zu erkennen, müssen wir ihre Aeußerungen studiren und ihre Wirkungen erforschen. Die einfache Beobachtung reicht aber hierzu nicht aus, weil der Irrthum stets an der Oberfläche liegt, die Wahrheit muß tiefer gesucht werden. Wenn wir eine Erscheinung, eine Thatsache falsch auffassen, unrichtig anknüpfen und auslegen, so heißt dieß einen Irrthum begehen; wir schützen uns aber gegen Irrthum, wenn wir unsere Auffassung, die Auslegung der beobachteten Erscheinung prüfen, wenn wir uns bemühen, ihre Wahrheit zu beweisen. Die Bedingungen, unter welchen die Erscheinung wahrgenommen wird, müssen erforscht, sind sie erkannt, so müssen sie geändert werden; der Einfluß dieser Aenderung muß Gegenstand von neuen Beobachtungen wer-

den. Auf diesem Wege wird die erste Beobachtung berichtigt und dem Geiste klar, der Phantasie darf nichts überlassen werden. Der wahre Naturforscher erklärt und erläutert durch Thatsachen, durch Erscheinungen, deren Auffindung und Entdeckung seine Aufgabe ist, er läßt seinen Gegenstand sprechen. Kein Phänomen für sich allein genommen erklärt sich aus sich selbst, aber das was damit zusammenhängt, wohl beobachtet und geordnet, führt zur Einsicht. Unverrückbar fest muß man im Auge behalten daß eine jede Erscheinung ihren Grund, eine jede Wirkung ihre Ursache hat.

Die Meinung, daß die Schöpfungskraft der Natur vermögend sei, aus verwitterten Gebirgsarten, aus faulenden Pflanzenstoffen, die mannichfaltigsten Pflanzen, ja selbst Thiere ohne Samen zu erzeugen, der Horror vacui, der Spiritus rector, die Annahme, daß in dem lebendigen Thierkörper Eisen und Phosphor erzeugt werde, sie sind nur die Folge des Mangels an Untersuchungen gewesen, es sind Ausflüsse der Unwissenheit, der Trägheit und Unfähigkeit, den Ursprung oder die Ursachen aufzufinden. Eine einfache Wahrnehmung oder tausende, die nicht in Zusammenhang gebracht sind, haben keine Beweiskraft. Wir haben kein Recht, uns Ursachen durch die Einbildungskraft zu schaffen, wenn wir in der Auffindung derselben auf dem Wege der Forschung scheitern, und wenn wir sehen, daß die Infusorien aus Eiern

entstehen, so bleibt uns nur noch zu wissen übrig, auf welchen Wegen sie sich verbreiten.

Von dem Augenblicke an, wo wir der Einbildungskraft die Führung überlassen und ihr das Recht zuerkennen, die noch übrig bleibenden Fragen zu lösen, hört die Forschung auf. Die Wahrheit bleibt unermittelt; dieß wäre noch das kleinste Uebel, das schlimmste aber ist wenn die Phantasie an ihre Stelle ein hartnäckiges, bösartiges, misgünstiges Ungeheuer, den Irrthum setzt, welcher der Wahrheit, versucht sie endlich sich Bahn zu brechen, entgegentritt, sie bekämpft und zu vernichten strebt; so war es zu Galiläo's Zeit und ist es jezt noch überall, in allen Wissenschaften, wo man Meinungen für Beweise gelten läßt. Wenn wir, unsere Unvollkommenheit erkennend, gestehen, daß wir mit unsern gegenwärtigen Hülfsmitteln die Frage nicht lösen, die Erscheinung nicht erklären können, so bleibt sie ein Problem, an welchem Tausende nach uns, eifrig und voller Muth, ihre Kräfte versuchen. Der Erfolg ist, daß sie früher oder später gelöst wird.

Mit der Erklärung befriedigt sich der Geist, der für wahr gehaltene Irrthum bringt seine Thätigkeit, ganz wie die Wahrheit selbst, zur Ruhe.

Die Phantasie schafft in hunderttausend Fällen hunderttausend Irrthümer, und nichts ist schädlicher für die Fortschritte der Wissenschaft, nichts ist hemmender für die Einsicht, als ein alter Irrthum, denn es ist unend-

lich schwer, eine falsche Lehre zu widerlegen, eben weil sie auf der Ueberzeugung beruht, daß das falsche wahr sei.

Es war gewiß der vernünftigen Naturforschung nicht angemessen, Bildungs-, Ernährungs- und Secretionsprocesse im Organismus zu erklären, ehe man die Nahrungsmittel und die Quellen kannte, aus denen sie stammen, ehe man Eiweis, Kässtoff, Blut, Galle, Gehirnsubstanz ꝛc. zuverlässigen Untersuchungen unterworfen hatte. Alles dieß sind ja sonst nur Namen, deren Buchstaben man höchstens kennt; ehe man ihre Eigenschaften und ihr Verhalten, ehe man die Metamorphosen kannte, die sie in Berührung mit andern erleiden, ehe man mit einem Worte sie zum Sprechen gebracht hatte, durfte man erwarten, daß sie uns etwas sagen würden?

Die Ursache der Lebenserscheinungen ist eine Kraft, die nicht in meßbaren Entfernungen wirkt, deren Thätigkeit erst bei unmittelbarer Berührung der Nahrung oder des Blutes mit dem zur Aufnahme oder ihrer Veränderung geeigneten Organ, wahrnehmbar wird. In ganz gleicher Weise äußert sich die chemische Kraft, ja es gibt in der Natur keine Ursachen, welche Bewegung oder Verändungen bewirken, keine Kräfte die einander näher stehen wie die chemische Kraft und die Lebenskraft. Wir wissen daß chemische Aktionen überall eintreten, wo sich überhaupt verschiedenartige Körper berühren; vorauszusetzen, daß eine der mächtigsten Naturkräfte an den Pro-

zessen in dem lebendigen Organismus keinen Antheil nehme, obwohl sich grade hier alle Bedingungen unter denen sie sich thätig zeigt, vereinigen, würde gegen alle Regeln der Naturforschung sein. Weit entfernt aber Gründe für die Ansicht zu haben, daß die chemische Kraft in dem Grade sich der Lebenskraft unterordne, daß ihre Wirkungen für unsere Beobachtung verschwinden, sehen wir die chemische Kraft des Sauerstoffs z. B. in jeder Zeitsekunde in ihrer vollen Wirksamkeit: so sind der Harnstoff, das Allantoin, die Säure in den Ameisen und Wasserkäfern, die Oxalsäure, das flüchtige Oel der Baldrianwurzel, das Oel der Blüthe der Spiraea ulmaria, das flüchtige Oel der Gaultheria procumbens, Produkte des Lebensprocesses; aber sind es, so muß man fragen, Produkte der Lebenskraft?

Wir sind im Stande, durch die chemische Kraft alle diese Verbindungen hervorzubringen, aus dem Koth der Schlangen und Vögel erzeugt die Chemie die kristallinische Substanz in der allantoischen Flüssigkeit der Kuh, aus verkohltem Blut machen wir Harnstoff, aus Sägespänen Zucker, Ameisensäure, Oxalsäure, aus Weidenrinde das flüchtige Oel der Spiraea ulmaria das Oel der Gaultheria, aus Kartoffeln das flüchtige Oel der Baldrianwurzel.

Dieß sind Erfahrungen genug um die Hoffnung zu begründen, daß es uns gelingen wird, Chinin und

Morphin, die Verbindungen woraus das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen ihren Eigenschaften hervorzubringen.

Unterscheiden wir die Effekte, welche der chemischen Kraft, von denen, welche der Lebenskraft angehören, und wir befinden uns auf dem Weg, um Einsicht in die Natur der letzteren zu gewinnen. Nie wird der Chemismus im Stande sein, ein Auge, ein Haar, ein Blatt zu erzeugen. Wir wissen aber mit Bestimmtheit, daß die Entstehung von Blausäure und Bittermandelöl in den bittern Mandeln, von Senföl und Sinapin im Senf, von Zucker im keimenden Samen, Resultate chemischer Zersetzungen sind, wir sehen daß ein todter Kalbsmagen mit Hülfe von etwas Salzsäure auf Fleisch und hartgekochtes Eiweis grade so wirkt, wie ein lebendiger, daß beide löslich, d. h. verdaut werden. Alles dieß berechtigt zu dem Schluß, daß wir auf dem Wege der Naturforschung zu einer klaren Einsicht über die Metamorphosen, welche die Nahrungsmittel im Organismus erleiden, über die Wirkung der Arzneimittel gelangen werden.

Ohne ein genaues Studium der Chemie und Physik, werden die Physiologie und Medizin in ihren wichtigsten Aufgaben, in der Erforschung der Gesetze des Lebens und der Hebung und Beseitigung von anomalen Zuständen im Organismus kein Licht erhalten. Ohne Kenntniß der chemischen Kräfte kann die Natur der Lebenskraft nicht

ergründet werden, der wissenschaftliche Arzt wird dann erst von der Chemie Hülfe erwarten können, wenn er im Stande sein wird, dem Chemiker regelrechte Fragen zu stellen.

Die Industrie hat aus der Kenntniß der Chemie unübersehbare Vortheile gezogen, die Mineralogie ist seit der Zeit, wo sie auf die Zusammensetzung der Mineralien und das Verhalten ihrer Bestandtheile Rücksicht nahm, zu einer neuen Wissenschaft geworden; es ist unmöglich, Fortschritte in der Geologie zu erwarten, wenn nicht mehr wie bisher, und zwar in gleicher Weise wie in der Mineralogie, die chemische Beschaffenheit und Zusammensetzung der Felsarten in Rechnung genommen wird. Die Chemie ist die Grundlage der Agricultur, ohne die Bestandtheile des Bodens, der Nahrungsmittel der Gewächse zu kennen, kann an eine wissenschaftliche Begründung derselben nie gedacht werden.

Ohne Kenntniß der Chemie muß der Staatsmann dem eigentlichen Leben im Staate, seiner organischen Entwickelung und Vervollkommnung fremd bleiben, ohne sie kann sein Blick nicht geschärft, sein Geist nicht geweckt werden für das, was dem Lande und der menschlichen Gesellschaft wahrhaft nützlich oder schädlich ist; die höchsten materiellen Interessen, die gesteigerte und vortheilhaftere Hervorbringung von Nahrung für Menschen und Thiere, die Erhaltung und Wiederherstellung der

Gesundheit, sie sind auf's engste geknüpft an die Verbreitung und das Studium der Naturwissenschaften, und insbesondere an das der Chemie; ohne die Kenntniß der Naturgesetze und der Naturerscheinungen scheitert der menschliche Geist in dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Güte und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; denn Alles, was die reichste Phantasie, die höchste Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, erscheint, gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine bunte, schillernde, inhaltslose Seifenblase.

In der Begründung von Schulen, in denen die Naturwissenschaften als Gegenstände des Unterrichtes die erste Stelle einnehmen, hat sich das Bedürfniß der neueren Zeit schon praktisch bethätigt, es wird sich aus ihnen eine kräftigere Generation entwickeln, kräftiger am Verstand und Geiste, fähig und empfänglich für Alles, was wahrhaft groß und fruchtbringend ist. Durch sie werden die Hülfsmittel der Staaten zunehmen, in ihnen ihr Vermögen und ihre Kraft wachsen, und wenn der Mensch im Drucke seiner Existenz erleichtert, von den Schwierigkeiten nicht mehr überwältigt wird, die irdischen Sorgen zu tragen und zu beseitigen, dann erst wird sich sein Sinn, reiner und geläutert, dem Höheren und Höchsten zuwenden können.

Zweiter Brief.

Die Geschichte des Menschen ist der Spiegel der Entwickelung seines Geistes, sie zeigt uns in seinen Thaten seine Fehler und Gebrechen, seine Tugenden, seine edlen und unvollkommnen Eigenschaften. Die Naturforschung lehrt uns die Geschichte der Allmacht, der Vollkommenheit, der unergründlichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens in seinen Werken und Thaten erkennen; unbekannt mit dieser Geschichte, kann die Vervollkommnung des menschlichen Geistes nicht gedacht werden, ohne sie gelangt seine unsterbliche Seele nicht zum Bewußtsein ihrer Würde und des Ranges, den sie im Weltall einnimmt.

Die Religion der Griechen und Römer, des Heidenthums, sie gründete sich in ihrem Ursprung auf eine unvollkommne und falsche Anschauung der Naturerscheinungen; ihr Geist, ihr Auge war der Erkenntniß der nächstliegenden Ursachen von Naturwirkungen verschlossen; sie richteten ihre Gebete an rohe Naturgewalten. Ein jeder Aberglaube versetzt uns in das Heidenthum.

Darin liegt eben der hohe Werth und die Erhabenheit der Naturerkenntniß, daß sie das wahre Christenthum vermittelt. Darin liegt das Göttliche des Ursprungs der christlichen Lehre, daß wir den Besitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorstellung eines über alle Welten erhabenen Wesens, nicht dem menschlichen Wege der empirischen Forschung, sondern einer höhern Erleuchtung verdanken.

Der Raum, in dem sich die Weltsysteme bewegen, ist ohne Grenze; was wäre außerhalb einer solchen Scheidewand? Die Anzahl der Welten ist unendlich groß, sie ist durch Zahlen nicht ausdrückbar; der Lichtstrahl legt in einer Secunde vierzigtausend Meilen zurück; ein Jahr umfaßt viele Secunden; es gibt Fixsterne, deren Licht, um zu unserm Auge zu gelangen, Billionen Jahre Zeit gebrauchte. Wir kennen Thiere mit Zähnen, mit Bewegungs- und Verdauungsorganen, die dem bloßen Auge nicht mehr sichtbar sind; es gibt Thiere, welche, meßbar, viele tausendmal kleiner sind, und die die nämlichen Apparate besitzen. So wie die größeren und größten nehmen sie Nahrung zu sich und pflanzen sich durch Eier fort, die wieder viele hundertmal kleiner als ihr eigener Körper sein müssen. Nur an unsern unvollkommnen Schwerkzeugen scheitert die Wahrnehmung von billionenmal kleineren Geschöpfen.

Welche Abstufungen und Verschiedenheiten bieten die Bestandtheile unsers Erdkörpers in ihren Zuständen und

in ihren Eigenschaften dar! Es gibt Körper, welche zwanzigmal schwerer wie ein gleicher Raumtheil Wasser, es gibt andere, welche zehntausendmal leichter sind, deren kleinste Theile durch die besten Mikroskope nicht mehr wahrnehmbar sind; wir kennen zuletzt in dem Lichte, diesem wunderbaren Boten, der uns täglich Kunde bringt von dem Fortbestehen zahlloser Welten, die Aeußerung eines außerirdischen Wesens, welches der Schwerkraft nicht mehr folgt, und doch unsern Sinnen durch unzählige Wirkungen sich bemerkbar macht, und das Sonnenlicht selbst, mit dessen Ankunft auf der Erde die todte Natur Leben und Bewegung empfängt; wir spalten es in Strahlen, die, ohne zu leuchten, die mächtigsten Veränderungen und Zersetzungen in der organischen Natur hervorbringen, wir zerlegen es in eine Mannichfaltigkeit von Wärmestrahlen, die unter einander ebenso große Verschiedenheiten wie die Farben zeigen. Nirgends aber beobachten wir einen Anfang oder ein Ende. In der Natur sieht der menschliche Geist weder über noch unter sich eine Grenze, und in dieser für seine Kraft ihrer Unermeßlichkeit wegen, kaum faßbaren Unendlichkeit fällt kein Wassertropfen zur Erde, kein Stäubchen wechselt seinen Platz, ohne dazu gezwungen zu sein.

Nirgends außer sich, beobachtet der Mensch einen zum Bewußtsein gelangten Willen, Alles sieht er in den Fesseln unwandelbarer, unveränderlicher, fester Naturgesetze,

nur in sich selbst erkennt er ein Etwas, was alle diese Wirkungen, einen Willen, der alle Naturgesetze beherrschen kann, einen Geist, der in seinen Aeußerungen unabhängig von diesen Naturgewalten ist, der in seiner ganzen Vollkommenheit nur sich selbst Gesetze gibt.

Die einfache empirische Erkenntniß der Natur, sie drängt uns mit unwiderstehlicher Kraft die Ueberzeugung auf, daß dieses Etwas nicht die Grenze ist, über welche hinaus Nichts ihm Aehnliches und Vollkommneres mehr besteht; unserer Wahrnehmung sind seine niedrigeren und niedrigsten Abstufungen allein zugänglich, und wie eine jede andere Wahrheit in der induktiven Naturforschung, begründet sie die Existenz eines höheren, eines unendlich höchsten Wesens, für dessen Anschauung und Erkenntniß die Sinne nicht mehr zureichen, das wir nur durch die Vervollkommnung der Werkzeuge unsers Geistes in seiner Größe und Erhabenheit erfassen.

Die Kenntniß der Natur ist der Weg, sie liefert uns die Mittel zur geistigen Vervollkommnung.

Die Geschichte der Philosophie lehrt uns, daß die weisesten Menschen, die größten Denker des Alterthums und aller Zeiten, die Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, die Bekanntschaft mit den Naturgesetzen als ein ganz unentbehrliches Hülfsmittel der Geistescultur angesehen haben. Die Physik war ein Theil der Philosophie. Durch die Wissenschaft macht der Mensch die

Naturgewalten zu seinen Dienern, in dem Empirismus ist es der Mensch, der ihnen dient; der Empiriker wendet, wie bewußtlos, einem untergeordneten Wesen sich gleichstellend, nur einen kleinen Theil seiner Kraft dem Nutzen der menschlichen Gesellschaft zu. Die Wirkungen regieren seinen Willen, während er durch Einsicht in ihren innern Zusammenhang die Wirkungen beherrschen könnte.

Man wird diese Einleitung nicht unpassend, sondern an ihrem Platze finden, wenn ich in dem folgenden Briefe versuche, eins der merkwürdigsten Naturgesetze, welches der neueren Chemie zur Grundlage dient, zu erläutern.

Wenn dem vergleichenden Anatomen ein kleines Knochenstück, ein Zahn, zu einem Buche wird, aus dem er uns die Geschichte des Geschöpfes einer untergegangenen Welt erzählt, seine Größe und Gestalt beschreibt, das Medium, in dem es lebte und athmete, seine Nahrung, ob Pflanze oder Thier, seine Werkzeuge der Fortbewegung uns zeigt, so würde alles dies das Spiel einer regellosen Phantasie genannt werden können, wenn dieses kleine Knochenstück, dieser Zahn einer Laune des Zufalls, einer Willkühr seine Form und Beschaffenheit verdankte; alles dies ist dem Anatomen möglich, weil ein jeder Theil bestimmten Gesetzen seine Form verdankt, weil, die Form des Theils einmal erkannt, es das Gesetz ist, was das Ganze construirt. Nicht minder wunderbar mag es Vielen scheinen, daß der Chemiker aus dem bekannten Gewichts-

verhältniß, in dem sich ein einzelner Körper mit einem zweiten verbindet, die Gewichtsverhältnisse erschließt und festsetzt, in denen der erste Körper mit allen übrigen, mit zahllosen andern Körpern sich verbindet. Die Entdeckung dieser Gesetze, denen sich alle Vorgänge, die Zahl und Maaß umfassen, in der organischen sowohl wie in der Welt der Mineralien unterordnen, die alle chemischen Prozesse regeln und beherrschen, ist der anerkannt wichtigste und in seinen Folgen reichste Erwerb dieses Jahrhunderts.

Dritter Brief.

Um eine klare Anschauung der wunderbaren Ordnung und Regelmäßigkeit zu haben, in welcher die Körper Verbindungen eingehen, muß man sich daran erinnern, was der Chemiker mit Verbindung oder Zersetzung bezeichnet. Das Rosten des Eisens, das Bleichen der Farben an der Luft, die Ausbringung der Metalle aus ihren Erzen, die Darstellung von zahllosen Gegenständen des Handels und der Gewerbe, von Arzneien, kurz alle neuen Formen oder Erscheinungen, welche sich beim Zusammenbringen verschiedenartiger Körper den Sinnen darbieten, sie beruhen bis auf sehr wenige Ausnahmen auf einer Verbindung oder Zersetzung. Die letzten Ursachen der neuen Formen und Erscheinungen sind die chemischen Kräfte, von allen andern dadurch unterschieden, daß wir ihre Existenz in ihren Aeußerungen nur bei unmittelbarer Berührung der Körper wahrnehmen; in einer jeden meßbaren Entfernung äußern sie keine Art von Wirkung. Diese Klasse von Erscheinungen begrenzen das Gebiet der Chemie; die Schwere, die elektrische, die magnetische Kraft, die Wärme haben Einfluß auf die chemischen Vorgänge, allein als Kräfte,

die auf fernhin wirken, Bewegungen, Ortsveränderungen, überhaupt Naturerscheinungen bedingen, gehört die Ermittelung ihrer Natur und ihrer Gesetze im engeren Sinne der Physik an.

Das Eisen rostet an der Luft, Schwefel und Quecksilber werden zu Zinnober; es ist die chemische Kraft, die zwischen den Theilchen des Eisens und einem Bestandtheil der Luft, die zwischen den Theilchen des Schwefels und Eisens thätig ist, durch welche der Wechsel ihrer Eigenschaften bewirkt wurde, sie ist die Ursache der Entstehung eines Körpers mit neuen veränderten Eigenschaften, einer chemischen Verbindung.

Aus Zinnober, den wir mit Eisen erhitzen, erhalten wir wieder Quecksilber; aus Eisenrost, den wir mit Kohle glühen, erhalten wir wieder metallisches Eisen; wir zersetzen den Zinnober durch Eisen, den Eisenrost durch Kohle; die Ursache ist immer die chemische Kraft, der Erfolg beruht stets auf der Bildung einer Verbindung; das Eisen, welches das Quecksilber ausschied, verbindet sich mit dem Schwefel, wir hatten Schwefelquecksilber und bekommen Schwefeleisen, die Kohle, welche aus dem Eisenrost metallisches Eisen wieder hervorgehen macht, sie geht mit dem Bestandtheil der Luft, den das Eisen beim Rosten aufgenommen hatte, eine Verbindung ein. Die unendlich große Anzahl von chemischen Zersetzungen zusammengesetzter Körper, die Ausscheidung von einem ihrer Bestand-

theile, sie beruht stets darauf, daß ein neu hinzukommender Körper mit den übrigen Bestandtheilen eine Verbindung eingeht. Es ist einleuchtend, daß diese Körper unter den gegebenen Bedingungen keine Art von Wechsel in ihren Eigenschaften erfahren könnten, wäre zwischen ihren Theilchen nicht die Ursache thätig, die wir als chemische Kraft bezeichnen. Ganz dem gewöhnlichen Sprachgebrauch und der Bedeutung des Wortes entgegen, hat man die chemische Kraft Verwandtschaft, Affinität genannt. Man sagt: zwei Körper haben Verwandtschaft zu einander, wenn sie, mit einander in Berührung, die Fähigkeit zeigen, sich mit einander zu verbinden. Dieser Ausdruck ist entschieden falsch, wenn man damit sagen wollte, daß solche Körper verwandt mit einander wären.

Die sechsundfünfzig einfachen Körper durch einander auf einem Tische auf einen Haufen gebracht, würde ein Kind nach ihrer äußeren Beschaffenheit in zwei große Klassen ordnen können: in eine Klasse, deren Glieder metallisches Ansehen besitzen, und in eine zweite, wo den einzelnen Individuen das metallische Ansehen abgeht. Die erste umfaßt die Metalle, die andern heißen Metaloide. Diese großen Klassen lassen sich nun wieder je nach der Aehnlichkeit in andern Eigenschaften, in kleinere Gruppen scheiden, in denen man also diejenigen vereinigt, die sich am nächsten stehen. In ganz gleicher Weise zeigen zusammengesetzte Körper Aehnlichkeiten oder Unähnlich-

keiten in ihren Eigenschaften, und wenn man Alle familienweise ordnet, die also zusammenbringt, die von einem Vater oder einer Mutter entspringen, so zeigt es sich, daß die Glieder einer und derselben Familie sehr wenig, oft nicht die geringste Neigung zeigen, neue Mischungen zu bilden, sie sind ihren Eigenschaften nach Verwandte, haben aber keine Anziehung, keine Verwandtschaft zu einander, die Glieder hingegen zweier Familien, die in ihren Eigenschaften recht weit von einander abstehen, diese ziehen sich stets am stärksten an.

So haben die Verbindungen zweier Glieder derselben Familie, die leicht erkennbaren Tugenden und Fehler der Familie in ungemindertem, oft in erhöhtem Grade, wenn aber zwei von ganz entgegengesetzten Stämmen sich alliiren, so geht stets ein neuer Körper daraus hervor, an dem man die Eltern nicht wieder erkennt.

So stehen Eisen und Queckſilber (zwei Metalle) den Stammbäumen nach, unendlich näher als Eisen und Schwefel, oder Queckſilber und Schwefel (ein Metall und ein Metaloid). An einer Verbindung zwischen den beiden ersteren erkennt man sogleich den Ursprung, aber wer sollte im Zinnober das flüssige silberweiße Metall, den gelben brennbaren Schwefel vermuthen? Hieraus ergeben sich in den Zusammensetzungen selbst, verschiedene Grade der Verwandtschaft, womit man immer die ungleiche Fähigkeit oder das ungleiche Streben ihrer Theile bezeichnet,

sich mit einander zu verbinden; auf diesen verschiedenen Graden der Anziehung beruhen nun alle Zersetzungen.

Es ist erwähnt worden, daß zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft unbedingt erforderlich ist, daß sich die Theilchen der Körper berühren, oder in unmeßbar kleiner Entfernung sich befinden. Jedermann kennt nun die Wirkung, welche die Wärme auf die Körper ausübt. Ein eiserner Nagel, noch so fest in die Wand geschlagen, wird allmählig lose und fällt zuletzt heraus. Im Sommer ist das Eisen mehr erwärmt, wie im Winter, es dehnt sich im Sommer aus und treibt mit großer Kraft das Holz und den Stein aus einander, im Winter zieht sich das Eisen aber in weit höherem Grade wie der Stein oder das Holz zusammen. Die Ausdehnung durch Wärme setzt voraus, daß die Theilchen eines Körpers sich von einander entfernen, die Zusammenziehung durch Kälte, daß sie sich einander nähern. Da nun eine gewisse Nähe der Theilchen eine nothwendige Bedingung zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft ist, so ist leicht einzusehen, daß durch den bloßen Effect der Hitze, eine Menge chemischer Verbindungen in ihre Bestandtheile zerfallen müssen, und zwar stets in dem Fall, wo durch die Wärme die Entfernung ihrer Theilchen zuletzt größer wird, als die Sphäre ihrer chemischen Anziehung ist. Hierdurch erfolgt nothwendig eine Trennung; nimmt die Hitze ab, so nähern sich die Theilchen wieder einander, und bei einem gewissen

Punkte der Nähe geht wieder eine Verbindung vor sich. Wir können uns denken, daß in, für uns unmeßbar hohen Temperaturen, Körper sich in einem und demselben Raume befinden, ohne sich mit einander zu verbinden, obwohl sie die stärkste Verwandtschaft zu einander haben, eben weil die Wärme die Verwandtschaft aufhebt, ihrer Aeußerung einen Widerstand entgegensetzt. So waren ohnstreitig die Bestandtheile des Erdkörpers zu einer Zeit, wo er eine außerordentlich hohe Temperatur besaß, in ganz anderer Weise geordnet, ja es ist nicht undenkbar, daß sie wie in einem Chaos durch einander schwammen, daß sich dieses Chaos zu den gegenwärtigen Mineralien und Gebirgsarten dann erst ordnete, als die Temperatur durch Abkühlung abnahm. Denken wir uns alle Elemente des Erdkörpers durch den Einfluß einer großen Hitze in den nämlichen Zustand versetzt, in welchem sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur das Sauerstoff- und Wasserstoffgas befindet, so würde die Erde eine ungeheure Kugel von lauter Gasen sein, die sich überall gleichförmig mischen würden, ohne eine Verbindung mit einander einzugehen, ganz so wie dieß beim Sauerstoff- und Wasserstoffgas, trotz ihrer ausgezeichnet großen Verwandtschaft, geschieht. Bei 350° verbindet sich das Quecksilber mit dem Sauerstoff der Luft zu einem rothen krystallinischen Pulver, bei 100° zerlegt sich dieses Pulver in Sauerstoffgas und in Quecksilberdampf.

Wenn wir eine Mischung von Eisen und Blei mit Schwefel in einem Tiegel zusammenschmelzen, so trennt sich das Eisen vom Blei und verbindet sich mit dem Schwefel; so lange noch eine Spur Eisen in dem Blei ist, tritt kein Theilchen Schwefel an das Blei, sondern nur an das Eisen; ist alles Eisen an den Schwefel getreten, so vereinigt sich jetzt der Schwefel mit dem Blei. Wie man leicht bemerkt, haben beide Metalle Verwandtschaft zu dem Schwefel, allein die des Eisens ist weit größer, wie die des Bleies; daher kommt es denn, daß, wenn, wie es im Großen geschieht, das in der Natur vorkommende Schwefelblei (Bleiglanz) mit Eisen zusammengeschmolzen wird, sich das Blei geschmolzen im reinen metallischen Zustande abscheidet; das Eisen verbindet sich mit dem Schwefel, zu dem es eine weit größere Verwandtschaft besitzt.

In ähnlicher Weise zerlegt das Eisen in der Glühhitze den Zinnober und treibt das Quecksilber aus, indem es sich mit dem Schwefel verbindet, allein in diesem Fall ist die Verwandtschaft des Eisens zum Schwefel nicht der einzige Grund der Zersetzung. Niemand hat bis jetzt Quecksilber im rothglühenden Zustande gesehen, wie Eisen, z. B. in der Esse des Schmieds; während das Eisen in der Hitze das Feuer nicht verläßt, verwandelt sich das Quecksilber unter denselben Umständen in einen unsichtbaren Dampf; seine Theile erhalten durch die Wärme das Vermögen,

Gaszuſtand anzunehmen; die Fähigkeit eines Körpers, Gaszuſtand anzunehmen, beruht nun auf dem Vermögen oder Streben ſeiner Theile, ſich abzuſtoßen, ſich von einander zu entfernen, und dieſes Streben behaupten die Körper in ihren chemiſchen Verbindungen. Das Queckſilber beſitzt die Fähigkeit, zu verdampfen, ſchon bei gewöhnlicher Temperatur, ein Tropfen Queckſilber verdampft allmählig in der Luft, er braucht hierzu längere Zeit, wie ein Waſſertropfen, allein er verſchwindet nach und nach. Durch die Hize wird dieſe Verdampfung außerordentlich beſchleunigt. Der Zinnober verdampft unter dieſen Umſtänden nicht, was offenbar darauf beruht, daß dem Streben des Queckſilbers, Luftform anzunehmen und ſich von den Schwefeltheilchen loszureißen oder zu entfernen, ein Widerſtand entgegenwirkt, und dies iſt die chemiſche Verwandtſchaft des Schwefels; es iſt dies ein Widerſtand, der bei gewöhnlicher Temperatur nicht überwunden wird. Wird nun der Zinnober auf den Punkt erhizt, auf welchem das Queckſilber luftförmig wird, ſo wird nicht nur die Verwandtſchaft zwiſchen Schwefel und Queckſilber geſchwächt, ſondern auch das Streben des Queckſilbers, ſich von dem Schwefeltheilchen loszureißen, wird dadurch erhöht. Kommt jezt der Wärme eine wenn auch nur ſchwache Verwandtſchaft zu Hülfe, die des Eiſens z. B. zum Schwefel, ſo erfolgt eine Trennung deſſelben vom Queckſilber, die ohne das Zuſammenwirken dieſer verſchiedenen Ur-

sachen nicht erfolgt wäre. So spielt denn das Streben eines Körpers, in gewissen Temperaturen Luftform anzunehmen, eine wichtige Rolle in allen Zersetzungs- und Verbindungsprocessen des Chemikers, es ändert, erhöht oder vermindert die Aeußerungen der Verwandtschaft.

In ganz ähnlicher Weise nimmt die Flüssigkeit der Theilchen eines Körpers, ihren Zusammenhang zu behaupten gegen alle Ursachen, die ihn zu vernichten streben, Antheil an dem Spiele der Verwandtschaft. Wir können durch die Hitze den Zucker, das Kochsalz schmelzen, ihre Theile leicht beweglich nach allen Richtungen hin machen, ihren festen Zustand aufheben und vernichten. Dasselbe können wir durch Wasser; in dem Wasser, in welchem Zucker und Kochsalz schmelzen, ist es nicht die Wärme, sondern die chemische Verwandtschaft des Wassers, wodurch ihr Streben, zusammenhängend zu bleiben, aufgehoben wird. Ein Stück von einem weißgebrannten Knochen ist unlöslich in Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, das Streben seiner Theile, ihren Zustand zu behaupten, oder, wie man in diesem Falle sagt, ihre Cohäsionskraft, ist größer, wie die Verwandtschaft der Flüssigkeit. In einer Menge saurer Flüssigkeiten, z. B. in Essig, tritt das Gegentheil ein, es löst sich darin auf. Es ist mithin einleuchtend, daß, wenn wir die Bestandtheile dieses Knochenstückes (Phosphorsäure und Kalk) in einer sauren Flüssigkeit mit einander zusammenbringen, wir keine Art

von Veränderung eintreten sehen, weil beide, gleichgültig in welcher Form, in der sauren Flüssigkeit löslich sind; bringt man sie aber in Wasser oder in einer alkalischen Flüssigkeit zusammen, die der Vereinigung ihrer Bestandtheile zu einem festen Körper kein Hinderniß entgegensetzt, so sehen wir Knochenerde als weißes Pulver zu Boden fallen; es entsteht, wie man sagt, ein Niederschlag.

In dieser Weise benutzt der Chemiker die ungleiche Löslichkeit der Körper in verschiedenen Flüssigkeiten, ihr Verhalten in der Wärme, als mächtige Mittel zur Scheidung, zur Analyse. Alle Mineralien ohne Ausnahme lassen sich durch geeignete Mittel in Flüssigkeiten auflösen; indem er nun durch Zusatz von andern Materien die Natur der Flüssigkeit ändert, wechselt damit die Löslichkeit der Bestandtheile des Minerals in dieser Flüssigkeit, und es gelingt ihm auf diese Weise, einen nach dem andern daraus zu scheiden. Dies ist der eine Weg der Analyse; der andere besteht darin, daß man der Auflösung einer Verbindung, welche fünf, sechs und mehr Bestandtheile enthält, nach und nach verschiedene andere Substanzen zusetzt, die mit einem oder dem andern der Bestandtheile eine unlösliche Verbindung eingehen. Dies geschieht in einer gewissen Reihenfolge, und zwar so, wie wenn die Bestandtheile in verschiedenen Fächern lägen, zu deren Oeffnung man eben so viele verschiedene Schlüssel braucht.

Vierter Brief.

Bei diesen Zersetzungen und Verbindungen liegt die Frage ganz nahe, wieviel man von dem einen Körper, von dem Eisen z. B., nöthig hat, um einen andern, das Queckſilber aus dem Zinnober auszutreiben und in ſeiner Schwefelverbindung zu vertreten.

Alle dieſe Fragen ſind auf das Erſchöpfendſte beantwortet.

Nimmt man in dem berührten Falle zu wenig Eiſen, ſo bleibt ein Theil Zinnober unzerſetzt, wird zuviel Eiſen genommen, ſo bleibt der Ueberſchuß außer Verbindung mit dem Schwefel.

Zu allen dieſen Zerſetzungen ſind immer ganz beſtimmte Mengen nöthig, die für alle Fälle unveränderlich ſind, was offenbar nur darauf beruhen kann, daß ſich die Körper nach unveränderlichen Gewichtsverhältniſſen mit einander verbinden; denn eine Zerſetzung iſt ja nur der Erfolg einer Verbindung.

Um 117 Theile Zinnober zu zerlegen brauche ich 27 Theile Eiſen; ich erhalte 101 Theile Queckſilber und 43 Theile Schwefeleiſen.

Es finden sich hiernach vereinigt

16 Theile Schwefel mit 101 Theilen Queckſilber,
welche abgeſchieden und
vertreten werden durch 27 Theile Eiſen.

Es folgt hieraus von ſelbſt, daß ſich 27 Theile Eiſen vereinigt haben mit 16 Theilen Schwefel.

Es zeigt ſich nun, daß das Gewichtsverhältniß des Eiſens und Queckſilbers, in dem ſie ſich in ihrer Schwefelverbindung vertreten, oder in dem ſie ſich mit Schwefel vereinigen, überall und in allen den Fällen, wo der eine Körper durch den andern erſetzt und vertreten wird, das nämliche bleibt. Wenn aus irgend einer andern Verbindung des Queckſilbers, mit Sauerſtoff, Chlor, Jod, Brom ꝛc., das Queckſilber ausgeſchieden und erſetzt wird durch Eiſen, ſo habe ich für je 101 Theile Queckſilber immer und unabänderlich 27 Theile Eiſen nöthig; die Erfahrung zeigt ferner, daß wenn irgendwie 101 Theile Queckſilber in Verbindung treten mit einem Körper, deſſen Gewicht a heißen mag, ſo geht das Gewicht a dieſes Körpers auch mit 27 Theilen Eiſen eine Verbindung ein.

Alles dieſes ſind reine Erfahrungen, welche die Chemiker mit der Wage in der Hand ermittelt haben, und dieſe feſten Verhältniſſe zeigen ſich nicht nur für die wenigen der hier benannten Körper, ſondern wir beobach-

ten sie überall und an allen Körpern. So z. B. vereinigen sich

16 Schwefel mit 8 Sauerstoff
und mit . . . . 1 Wasserstoff,

und überall, wo in einer Verbindung Wasserstoff durch Sauerstoff, oder Sauerstoff durch Wasserstoff vertreten wird, beobachtet man, daß für je 8 Gewichtstheile Sauerstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff, und für 1 Gewichtstheil Wasserstoff 8 Gewichtstheile Sauerstoff in Verbindung treten.

Aber es bleiben sich nicht nur die Beziehungen der Gewichte Wasserstoff und Sauerstoff in andern Verbindungen einander gleich, sondern auch die Gewichtsverhältnisse des Schwefels, seine Gewichtsbeziehungen zu diesen beiden Körpern sind unveränderlich fest in der Art, daß wenn in irgend einer Schwefelverbindung der Schwefel vertreten wird durch Sauerstoff, oder Wasserstoff, so treten an die Stelle des Schwefels die Hälfte seines Gewichtes Sauerstoff oder das Sechszehntel seines Gewichtes Wasserstoff.

1 Wasserstoff verbindet sich mit 16 Schwefel,
diese 16 Schwefel sind vertretbar durch . . . . . 8 Sauerstoff.

Der Erfolg dieser Vertretung ist die Verbindung von 8 Sauerstoff mit 1 Wasserstoff zu 9 Wasser, oder

8 Sauerstoff verbindet sich mit 16 Schwefel;
diese 16 Schwefel sind vertretbar durch . . . . . 1 Wasserstoff.

Das Resultat ist wieder eine Verbindung von 1 Wasserstoff mit 8 Sauerstoff.

Man sieht leicht, daß wenn das Gewicht bekannt ist, in dem sich ein Körper mit zwei, drei, vier und mehr andern (denn sie lassen sich immer zu zwei und zwei paaren) verbindet, so drücken diese Gewichte auch die Mengen aus, in welchen sich diese verschiedenen Körper untereinander verbinden. 16 Schwefel verbinden sich mit 8 Sauerstoff, 1 Wasserstoff, 101 Queckſilber, 27 Eisen; aber es verbinden sich genau 8 Sauerstoff mit 101 Queckſilber, mit 27 Eisen zu einem Oxyde des Queckſilbers, Eisens ꝛc. Kennt man zuerst das Verhältniß, in dem sich ein Körper, ganz gleichgültig welcher, mit allen übrigen verbindet, so weiß man die Quantitäten, in welchen sich alle Körper, wenn sie überhaupt die Fähigkeit, nämlich Verwandschaft zu einander haben, untereinander verbinden. Die folgende Tabelle bedarf kaum einer Erläuterung.

Sauerstoff	O.	8	Kalium	K.	39,2
Wasserstoff	H.	1	Calcium	Ca.	20,5
Kohlenstoff	C.	6	Silicium	Si.	14,8
Schwefel	S.	16	Blei	Pb.	103,8
Stickstoff	N.	14	Kupfer	Cu.	31,8
Phosphor	P.	31,4	Queckſilber		101,4

Diese Zahlen drücken die Gewichtsmengen einiger einfachen Körper aus (sie sind von allen bekannt), in denen sie sich untereinander verbinden, oder wenn man will, es sind die Gewichte, in denen sie sich in ihren Verbindungen vertreten.

Es ist ganz besonders hervorzuheben, daß diese Verhältnisse sich auch in den Fällen nicht ändern, wo ein Körper mit einem zweiten, dritten ꝛc. mehr wie eine Verbindung bildet. So verbinden sich 14 Stickstoff mit 8 Sauerstoff zu dem sog. Lustgas; es giebt eine zweite Verbindung, ein farbloses Gas, welches in der Luft rothe Nebel bildet, und das auf 14 Stickstoff 16 Sauerstoff (zweimal 8), es gibt eine dritte, welche 24 (dreimal 8), eine vierte, die 32 (viermal 8), eine fünfte, die Salpetersäure, welche 40 Sauerstoff (fünfmal 8) immer auf 14 Stickstoff enthält. So vereinigt sich Kohlenstoff mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen; die erste Verbindung, ein brennbares Gas, enthält auf 6 Kohlenstoff 8 Sauerstoff, die andere auf 6 Kohlenstoff 16 Sauerstoff; die letztere ist die bekannte Kohlensäure.

In allen Fällen, wo die Elemente sich zu irgend einer Verbindung vereinigen, zeigen sich diese festen, unveränderlichen Verhältnisse.

Aus der Analyse der Essigsäure ergibt sich, daß sie in 100 Gewichtstheilen 47,06 Kohlenstoff, 5,88 Wasserstoff und 47,06 Sauerstoff enthält. Ich weiß, wieviel

Sauerstoff und Wasserstoff mit 17,06 Kohlenstoff verbunden sind, und nichts ist leichter, als zu berechnen, wieviel Sauerstoff und Wasserstoff auf 6 Kohlenstoff sich darin befinden. Es ist dieß ein einfaches Regel de tri-Exempel. Auf 6 Kohlenstoff befinden sich darin ¾ Wasserstoff und 6 Sauerstoff, oder in ganzen Zahlen 24 Kohlenstoff (viermal 6), 3 Wasserstoff (viermal ¾) und 24 Sauerstoff (dreimal 8).

Oder ich weiß, wieviel Kohlenstoff und Wasserstoff in der Essigsäure mit 17,06 Sauerstoff vereinigt sind, und berechne, wieviel von diesen beiden Elementen auf 8 Sauerstoff (auf eine andere der obigen unveränderlichen Zahlen) kommen. Ich erhalte, auf 8 Sauerstoff sind 1 Wasserstoff und 8 Kohlenstoff; dreimal genommen giebt dieß das nämliche Verhältniß.

Die Zusammensetzung aller chemischen Verbindungen ohne Ausnahme läßt sich ganz in der nämlichen Weise durch diese festen Zahlen ausdrücken, die man eben darum Mischungsgewichte, und in Beziehung auf ihre gegenseitige Vertretung Aequivalente genannt hat, weil sie wirklich die Quantitäten ausdrücken, in denen die Körper Mischungen (besser Verbindungen) eingeben, oder in denen sie gleiche Effekte, gleiche Wirkungen hervorbringen. Um eine chemische Aktion auszuüben, habe ich zu irgend einem Zwecke 8 Sauerstoff nöthig, und wenn ich anstatt des Sauerstoffes zu gleichem Zweck

Schwefel verwenden kann und will, so brauche ich stets 16 Schwefel; diese Mischungsgewichte drücken gleiche Wirkungswerthe aus.

Die Erkenntniß des Naturgesetzes, welches in diesen festen Verbindungsverhältnissen sich ausspricht, führte die Chemiker zu einer Zeichensprache, die ihnen gestattet, die Zusammensetzung einer Verbindung, die Vertretung eines ihrer Elemente und überhaupt die Art und Weise, wie sie sich die Elemente geordnet denken, in einer außerordentlich einfachen Form auszudrücken. Sie kamen nämlich unter einander überein, die Elemente und ihre Aequivalente mit den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen zu bezeichnen, in der Art also, daß O (von Oxygenium) nicht nur den Sauerstoff, sondern nicht mehr und nicht weniger wie 8 Gewichtstheile Sauerstoff, H 1 Gewichtstheil Wasserstoff, S 16 Gewichtstheile Schwefel bedeutet. Man sieht leicht, zu welcher Bequemlichkeit dieß führt. Dem glücklichsten Gedächtnisse würde es nicht möglich sein, die prozentische Zusammensetzung von einem halben hundert Verbindungen stets gegenwärtig zu haben; aber nichts ist leichter, als sich dieser Zeichen oder Formeln zu erinnern, deren Verständniß so einfach ist. Die Zusammensetzung des Wassers (in 100 Th. 88,889 Sauerstoff und 11,111 Wasserstoff) drückt der Chemiker durch HO aus, die doppelte Menge durch 2HO, die dreifache durch 3HO ꝛc.; das Kob-

lenoxyd durch CO, die Kohlensäure durch CO_2, die Essigsäure durch $C_4H_3O_3$, die Verbindung der Essigsäure mit Wasser durch $C_4H_3O_3+HO$, den Aether durch C_4H_5O, den Alkohol durch C_4H_5O+HO.

Unter den zusammengesetzten Körpern giebt es viele Gruppen, die ähnliche Eigenschaften oder einen gleichen chemischen Charakter zeigen, und die einander in ihren Verbindungen vertreten können. Die Eigenschaften der Gruppe, die den Namen „der Säuren" führt, sind Jedermann bekannt, weniger vielleicht der Name Basis oder Base, womit im Allgemeinen eine Verbindung bezeichnet wird, welche die Fähigkeit hat, die sauren Eigenschaften der Säuren aufzuheben, zu neutralisiren. Die Verbindung einer Säure mit einer Basis führt ohne alle Rücksicht auf den Geschmack den Namen Salz. Eine Basis kann in einem Salze eine andere Base, eine Säure eine andere vertreten und bei der näheren Beachtung der Verhältnisse, in denen sich die Metalloxyde, die zu den Basen gehören, vertreten, hat sich ergeben, daß hierzu sehr ungleiche Gewichte von verschiedenen Basen nöthig sind. Um 10 Theile von der einen Basis auszuscheiden, braucht man 15 Theile von einer andern, 25 Theile von einer dritten u. s. w. Wenn nun die 10 Theile der ersten Basis 5 Theile Sauerstoff enthalten, so zeigt es sich, daß auch die 15 Theile der zweiten und die 25 Theile der dritten ꝛc. ebenfalls nicht mehr und weniger als 5

Theile Sauerstoff enthalten. Die Sauerstoffmengen der sich vertretenden metallischen Basen bleiben sich unverändert gleich, nur die Metalle, die damit verbunden sind, vertreten sich je nach ihren Aequivalenten; für 39,2 Kalium, welche austreten, gehen 101,4 Queckſilber in die Verbindung ein.

Die Chemiker sind übereingekommen, eine jede Quantität eines Metalloxydes, welches 8 Gewichtstheile (= 1 Aequivalent) Sauerstoff enthält, ein Aequivalent Metalloxyd zu nennen, ohne alle Rücksicht auf die Anzahl der Aequivalente Metall, die sich darin befinden.

Wenn man demnach die Menge Säure kennt, die man nöthig hat, um mit einem Aequivalent Basis ein neutrales Salz zu bilden, so bleibt sich diese Säuremenge für jedes Aequivalent einer andern Basis völlig gleich, eben weil diese andern Basen gerade so viel Sauerstoff wie die erste enthalten und weil sich ihre gegenseitige Vertretung nur nach diesem Sauerstoffgehalt regelt. Man hat, wieder nach Uebereinkunft, die Quantität Säure, welche ein Aequivalent Basis sättigt, ein Aequivalent Säure genannt.

Einmal damit bekannt, wird man jetzt leicht finden, warum die Chemiker die Zusammensetzung der Essigsäure durch die Formel $C_4 H_3 O_3$, und nicht durch $C_2 H_{1\frac{1}{2}} O_{1\frac{1}{2}}$ oder irgend eine andere bezeichnen. Rechnen wir die Zahlen, welche diese Zeichen bedeuten

(C_4 = viermal 6 = 24 Kohlenstoff, H_3 = 3 Wasserstoff, O_3 = dreimal 8 = 24 Sauerstoff), so bekommt man als Summe 51. Diese einundfünfzig Theile Essigsäure sind die Gewichtsmenge Essigsäure, die sich mit einem (oder irgend einem) Aequivalent Metalloxyd zu einem Salze verbindet. Die Formel einer Säure bezieht sich gewöhnlich auf 1 Aequivalent Basis, die einer Basis auf 1 Aequivalent Säure; die irgend einer andern Zusammensetzung bezieht sich stets auf das Gewichtsverhältniß, in welchem seine Elemente mit dem bekannten und ausgemittelten Aequivalente eines andern Körpers sich verbunden haben. In vielen Fällen drücken die Formeln nur die gegenseitigen Beziehungen zweier oder mehrerer Körper aus.

Um die chemischen Verbindungen in Beziehung auf ihre Zusammensetzung zu vergleichen, um ihre Veränderungen, Umwandlungen und Zersetzungen einzusehen, und ohne weitere Auseinandersetzung darzulegen, ist diese Zeichensprache von unschätzbarem Werth.

Ich habe eine Analyse der Essigsäure gemacht, und will sehen, ob die durch das Experiment gefundenen Zahlen richtig sind, so drücke ich das Ergebniß des Versuches, die gefundene Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffmenge in Aequivalentenzahlen aus; diese letzteren sind mit aller erdenklichen Genauigkeit ausgemittelt worden, und je näher meine Zahlen mit diesen stimmen (man

heißt dieß mit der Rechnung stimmen), desto mehr Zutrauen habe ich zu meiner Analyse; weichen meine Zahlen ab, so muß ich einen Fehler vermuthen, und die Arbeit fängt von vorne an. So hat man denn in den Aequivalentenzahlen einen strengen Controleur der chemischen Analyse; sie zeigen mir an, daß ein Fehler begangen worden ist, oder daß meine Substanz nicht den gehörigen Grad von Reinheit besaß; Jedermann wird die folgenden Formeln übersetzen können:

$C_{14} H_6 O_2$ Bittermandelöl.

$C_{14} H_6 O_4$ Benzoesäure.

Das Bittermandelöl nimmt an der Luft Sauerstoff auf und verwandelt sich in Benzoesäure.

Die Ansicht der Formeln drückt die Beziehung zwischen beiden aus, in die Zahlenwerthe übersetzt, gibt sie das Quantitative in dieser Umwandlung genau an.

$C_4 H_5 O$ Aether.

$C_4 \begin{matrix} H_3 \\ O_2 \end{matrix} O$ Essigsäure.

Der Aether im Alkohol verwandelt sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure. Man sieht leicht aus den Formeln, daß die Umwandlung darin besteht, daß 2 Aequivalente Wasserstoff im Aether ausgetreten und ersetzt sind durch 2 Aequivalente Sauerstoff. Alles dieß ist außerordentlich einfach, und man wird nun leicht verstehen, was im Eingang dieses Briefes angedeutet wurde,

daß, wenn ein neues Metall oder ein neues Metaloid entdeckt werden würde, es genügt, zu bestimmen, wieviel von diesem Metall sich mit 8 Sauerstoff oder wieviel von dem Metaloid sich mit 39,2 Kalium verbindet, um in der erhaltenen Zahl das Gewicht zu kennen, in welchem sich dieser neue Körper mit den andern verbindet; das Aequivalent des Lanthans, des Didyms, zweier neuen Metalle, die kürzlich in dem Cerit, und das des Broms, welches vor einigen Jahren in dem Meerwasser entdeckt wurde, ist auf keine andere Weise ausgemittelt worden.

An den Thatsachen, oder dem Verhalten der Körper, welches ich auseinandergesetzt habe, hat die schöpferische Phantasie nicht den geringsten Antheil; jede Zahl ist das Resultat einer großen Menge sorgfältig angestellter Analysen, die denn freilich sich von selbst zu dem wichtigen Gesetz nicht zusammengestellt haben. Das Gesetz wurde erschlossen und entdeckt durch den Scharfsinn eines Deutschen, und der Name Richter wird so unvergänglich sein, wie die Wissenschaft selbst.

Fünfter Brief.

Man wird ſich leicht denken können, daß die Frage nach dem Warum, nach der Urſache dieſer feſten, unveränderlichen Gewichte, den philoſophiſchen Geiſt der Chemiker beſchäftigen mußte. Es muß eine Urſache geben, welche das Zuſammentreten der Elemente in anderen Verhältniſſe unmöglich macht, welche einer Verkleinerung oder Vergrößerung derſelben ein unüberwindliches Hinderniß entgegenſetzt. Die feſten Verhältniſſe ſind Aeußerungen dieſer Urſache, allein mit denſelben iſt das Gebiet der Forſchung begrenzt, ſie ſelbſt iſt nicht ſinnlich wahrnehmbar und kann nur Gegenſtand der Speculation, des geiſtigen Vorſtellungsvermögens ſein.

Wenn ich es verſuchen werde, die Anſicht zu entwickeln, welche in dieſem Augenblick über die Urſache der chemiſchen Proportionen herrſchend geworden iſt, ſo muß man nicht vergeſſen, daß ihre Unwahrheit oder Wahrheit mit dem Geſetze ſelbſt nicht das Geringſte zu thun hat; dieſes letzte bleibt als ein Ausdruck der Erfahrung immer

wahr und ändert sich nicht, wie sich auch die Vorstellungen über den Grund ändern mögen.

Eine sehr alte Vorstellung über die Natur der Materie, die sogenannte atomistische, eignet sich in der That vortrefflich zum sinnlichen Verständniß der chemischen Proportionen; sie setzt nämlich voraus, daß in einem Raum, den ein fester, flüssiger oder luftförmiger Körper einnimmt, nicht alle Theilchen des Raumes mit fester Masse, mit Materie ausgefüllt seien, sondern daß ein jeder Körper Poren habe, nicht etwa wie bei einem Stücke Holz, an dem sie sichtbar sind, sondern unendlich viel kleiner. Ein Körper besteht nach dieser Ansicht aus sehr kleinen Theilchen, die sich in einer gewissen Entfernung von einander befinden; zwischen je zwei Theilchen ist also ein, nicht durch die Materie des Körpers ausgefüllter Raum vorhanden.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Idee ist in die Augen fallend; wir können ein Volumen Luft in einen tausendmal kleinern Raum zusammenpressen, und auch feste und flüssige Körper nehmen unter der Gewalt eines mechanischen Druckes einen kleinern Raum ein. Eine Billardkugel, mit einiger Kraft auf einen harten Körper geworfen, plattet sich ab und nimmt nach dem Abspringen die Kugelform wieder an. Alle Körper nehmen beim Erwärmen einen größeren, beim Erkälten einen kleineren Raum ein.

Es iſt aus dieſen wohlbekannten Erfahrungen leicht erſichtlich, daß der Raum, den ein Körper gerade einnimmt von zufälligen Umſtänden abhängt, daß er wechſelt mit den Urſachen, die ihn größer oder kleiner zu machen ſtreben. Wenn man ſich nun denkt, daß an dem Orte, wo ſich ein kleines Theilchen Materie, das eigentlich Raumerfüllende in einem Körper, befindet, nicht gleichzeitig ein zweites und drittes Theilchen Platz hat, ſo führt dieß von ſelbſt auf die Vorſtellung, daß die Vergrößerung oder Verkleinerung des Volumens eines Körpers, eine Folge, iſt von der größeren oder kleineren Entfernung ſeiner raumerfüllenden Theilchen. In einem Pfunde flüſſigen Waſſers ſind offenbar die Waſſertheile näher bei einander, als in einem Pfunde Dampf, der bei gewöhnlichem Druck einen 1700mal größeren Raum einnimmt.

Dieſe Vorſtellung gewährt Einſicht in eine Menge Erſcheinungen, welche, gleich einfach, bis jetzt durch keine andere Anſicht erklärbar ſind.

Die atomiſtiſche Theorie ſetzt ferner voraus, daß die kleinen Theilchen, woraus die Maſſe eines Körpers beſteht, nicht weiter in kleinere theilbar ſeien, daher denn der Name Atome für dieſe kleinſten Theilchen.

Es iſt für den Verſtand durchaus unmöglich, ſich kleine Theilchen Materie zu denken, welche abſolut untheilbar ſind: im mathematiſchen Sinne unendlich klein,

ohne alle Ausdehnung können sie nicht sein, eben weil sie Gewicht besitzen; allein so klein auch ihr Gewicht angenommen werden mag, wir können die Spaltung des einen Theilchens in zwei Hälften, in drei, in hundert Theile nicht für unmöglich ansehen. Aber wir können uns auch denken, daß diese Atome nur physikalisch untheilbar sind, so daß sie sich nur unserer Wahrnehmung nach so verhalten, wie wenn sie keiner weiteren Theilung mehr fähig wären; ein physikalisches Atom würde in diesem Sinne eine Gruppe von viel kleinern Theilchen sein, die durch eine Kraft oder durch Kräfte zu einem Ganzen zusammengehalten werden, stärker wie alle auf dem Erdkörper zu ihrer weiteren Spaltung uns zu Gebote stehenden Kräfte.

Mit diesen Atomen, und was der Chemiker darunter meint, verhält es sich wie mit seinen Elementen. Die 56 bekannten einfachen Körper sind nur Elemente beziehungsweise zu den Kräften und Mitteln, die uns zu Gebote stehen, um sie in noch einfachere zerfallen zu machen. Wir können es nicht, und die Grundsätze der Naturforschung festhaltend, nennen wir sie so lange einfache Körper, bis uns die Erfahrung eines Besseren überführt. Die Geschichte der Wissenschaft ist in Hinsicht auf diese Methode reich an nützlichen Lehren; Rückschritte, Irrthümer und falsche Ansichten ohne Zahl waren stets die unmittelbaren Folgen der Ueberschreitung des Gebietes

der Erfahrung. Ohne die Theilbarkeit der Materie in's Unendliche zu bestreiten, behauptet der Chemiker nur den festen Grund und Boden seiner Wissenschaft, wenn er die Existenz physikalischer Atome als eine ganz unbestreitbare Wahrheit annimmt.

Ein Tübinger Professor hat diese Ansicht durch ein geistreiches Bild versinnlicht; er vergleicht die Atome mit den Himmelskörpern, die in Beziehung zu dem Raum, in welchem sie schweben, unendlich klein, d. h. Atome sind. Alle diese unzähligen Sonnen mit ihren Planeten und Trabanten bewegen sich in abgemessenen Entfernungen von einander; sie sind untheilbar in Hinsicht auf die Existenz von Kräften, die von ihnen etwas Materielles losreißen, oder ihre Gestalt und Größe in einem so bemerklichen Grade zu ändern vermöchten, daß damit ihr Verhältniß zu den andern Himmelskörpern gestört werden könnte; aber sie sind nicht untheilbar an sich. Das Weltall stellt in diesem Sinne einen großen Körper dar, dessen Atome, die Himmelskörper, untheilbar und unveränderlich sind.

Der atomistischen Ansicht gemäß ist demnach ein Stück Glas, ein Stück Zinnober, ein Stück Eisen ꝛc. ein Haufwerk von Atomen Glas, Zinnober, Eisen, deren Zusammenhang durch die Cohäsionskraft bedingt wird; das allerkleinste denkbare Theilchen Eisen ist immer Eisen, aber was den Zinnober betrifft, so wissen wir mit der

größten Bestimmtheit, daß ein physikalisch nicht weiter in kleinere Theile spaltbares Theilchen Zinnober noch kleinere Theile enthält, nämlich Schwefel- und Quecksilbertheilchen, von denen wir sogar das Gewichtsverhältniß kennen, in welchem beide darin vorhanden sind.

Das Eisen besteht aus gleichartigen Atomen Eisen, das Zinnober aus gleichartigen Atomen, von denen jedes Zinnober ist; aber diese letzteren sind nicht einfach, wie die des Eisens, sondern sie sind einer weiteren Spaltung fähig; für die Sinne sind sie gleichartig, allein wir wissen, daß sie zusammengesetzt sind; wir können durch Reiben, Pulvern, Feilen ꝛc. ein Stück Zinnober in viel kleinere Stückchen zertheilen, allein durch keine mechanische Gewalt sind wir im Stande, die Kraft zu überwinden, mit welcher die ungleichartigen Theilchen, die Bestandtheile eines zusammengesetzten Atoms zusammengehalten werden. Darin unterscheidet sich eben die chemische Verwandtschaft von der Cohäsionskraft, daß sie sich nur bei Berührung der ungleichartigen Atome thätig zeigt, und da sich die Atome einander nicht durchdringen können, so folgt von selbst, daß die zusammengesetzten Atome durch Nebeneinanderlegung der einfachen, in Folge der zwischen ihnen thätigen Verwandtschaftskraft entstehen; sie gruppiren sich zu zwei, drei, zu hundert ꝛc., und jede dieser Gruppen stellt einen gleichartigen Theil der ganzen Masse dar. Wir können uns das kleinste Theilchen Zin-

nober als eine Gruppe von zwei Atomen denken, von denen das eine ein Queckſilberatom, das andere ein Schwefelatom iſt.

Wenn man erwägt, daß tauſend Pfund Zinnober das nämliche Verhältniß Schwefel und Queckſilber enthalten, wie ein Pfund oder ein Gran, und ſich denkt, daß ein Stück Zinnober eine Million Zinnoberatome enthalte, ſo iſt klar, daß in einem einzigen Atom, wie in der Million Atome, ſich ſtets für je 16 Schwefel 101 Queckſilber befindet. Zerlegen wir den Zinnober durch Eiſen, ſo tritt das Queckſilberatom aus und ſein Platz wird nun von einem Eiſenatom eingenommen. Erſetzen wir den Schwefel im Zinnober durch Sauerſtoff, ſo tritt ein Sauerſtoffatom an die Stelle des Schwefelatoms.

Man ſieht leicht ein, daß nach dieſer Vorſtellung über die Zuſammenſetzung der Körper und ihre gegenſeitige Vertretung, die Aequivalentenzahlen nichts anders ausdrücken, als das relative Gewicht der Atome. Wie ſchwer ein einzelnes Atom wiegt, ſein abſolutes Gewicht, iſt nicht beſtimmbar, wie viel der eine aber mehr Gewicht mitbringt in eine chemiſche Verbindung wie der andere, das relative Gewicht der Atome, dieß kann ermittelt werden. Ich brauche zur Vertretung von 8 Gewichtstheilen Sauerſtoff 16 Schwefel, oder doppelt ſoviel als das Gewicht des Sauerſtoffs beträgt, weil das Schwefelatom doppelt ſo ſchwer iſt, wie das Sauerſtoffatom; ich habe nur

ein Achtel von dem Gewicht des Sauerstoffs an Wasserstoff nöthig, weil das Wasserstoffatom achtmal leichter ist. So ist das Kohlenoxyd eine Gruppe von zwei Atomen, die Kohlensäure eine Gruppe von drei Atomen; das erstere enthält auf ein Atom Kohlenstoff ein Atom, die Kohlensäure zwei Atome Sauerstoff.

Die Unveränderlichkeit der festen Gewichtsverhältnisse, in denen sich die Körper verbinden, erklärt die Theorie aus der Existenz untheilbarer Theilchen, welche ungleich schwer sind, und in der chemischen Verbindung sich nicht durchdringen, sondern neben einander lagern.

In ihrer eigentlichen Bedeutung drücken die Aequivalentenzahlen gleiche Wirkungswerthe aus, nämlich die Gewichte der Körper, in welchen sie in der chemischen Verbindung gleiche Effecte hervorbringen, und diese Effecte versinnlichen wir uns, indem wir sie untheilbaren Theilchen zuschreiben, die einen gewissen Raum einnehmen und eine bestimmte Gestalt besitzen. Wir haben kein Mittel, um uns Gewißheit über die wahre Anzahl der Atome selbst in der einfachsten Verbindung zu verschaffen, denn um dieß zu können, müßten wir im Stande sein sie zu sehen und zu zählen; eben deßhalb ist bei aller Ueberzeugung, die wir über die Existenz physischer Atome haben, die Annahme, daß die Aequivalentenzahlen wirklich das relative Gewicht der einzelnen Atome ausdrücken, nur eine Hypothese, für die wir keine weiteren Beweise haben.

Ein Zinnoberatom enthält auf 101 Queckſilber 16 Schwefel; die Chemiker nehmen an, daß dieſe Verhältniſſe das relative Gewicht von einem Atom Queckſilber und einem Atom Schwefel ausdrücken. Dieß iſt eine bloße Hypotheſe; es könnte ja ſein, daß 101 Queckſilber das Gewicht von zwei oder drei, vier oder mehr Atomen Queckſilber repräſentiren. Wären es zwei Atome, ſo würde ein Atom Queckſilber durch die Zahl 50,5, waren es drei, ſo würde es durch die Zahl 33,6 repräſentirt werden müſſen. Der Zinnober würde in dem einen Falle, ſo würden wir ſagen, aus zwei (aus zweimal 50,5), in dem andern aus drei Atomen (dreimal 33,6) Queckſilber und 1 Atom Schwefel beſtehen.

Was man in dieſer Hinſicht auch annehmen mag, ob zwei oder drei ꝛc. Atome Queckſilber oder Schwefel, die Zuſammenſetzung des Zinnobers bleibt, wie ſie iſt, nur die Art ihrer Verſinnlichung würde ſich mit der hypothetiſchen Anſicht über die Anzahl der Atome in einer chemiſchen Verbindung ändern. Es wird deßhalb immer am beſten bleiben, aus der chemiſchen Zeichenſprache, deren einziger Zweck ja nur iſt, die Zuſammenſetzungen, Vertretungen, Umwandlungen und Zerſetzungen der chemiſchen Verbindungen anſchaulich und leicht verſtändlich zu machen, alles Hypotheſiſche zu verbannen, die Schreibart der Formeln alſo nicht zu einem Ausdrucke wechſelnder Vorſtellungen zu machen. Die Anzahl der Aequivalente der

Bestandtheile in einer chemischen Verbindung ist unveränderlich und bestimmbar, die eigentliche Anzahl der Atome, die sich zu einem Aequivalent vereinigen, wird nie ermittelt werden. Es führt aber nicht den geringsten Nachtheil mit sich, wenn wir überall, wo es sich um theoretische Betrachtungen oder um Versinnlichung von Begriffen handelt, die Aequivalente für die Gewichte der Atome selbst nehmen. Diese Zahlen drücken in diesem Sinne, wie sich von selbst versteht, nur die Gewichtsunterschiede der Atome aus, wie vielmal das eine Atom schwerer als das andere ist. Als Gewichtseinheit hat man in den seither benutzten Zahlen die Gewichtsmenge Wasserstoff angenommen, die sich in dem Wasser mit Sauerstoff verbunden findet. Auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthält das Wasser 8 Gewichtstheile Sauerstoff; wenn man nun annimmt, das Wasser bestehe aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff, wenn man ferner voraussetzt, daß zur Vertretung von 1 Atom Wasserstoff oder Sauerstoff immer nur 1 Atom eines andern Körpers und nicht mehr oder weniger nöthig ist, so drücken die Gewichte der andern Körper die Atomgewichte derselben aus, in Zahlen, die sich natürlich alle auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff oder 8 Gewichtstheile Sauerstoff beziehen. Multiplicirt man alle Aequivalentenzahlen mit 12½, so wird die Aequivalentenzahl des Wasserstoffs 12,5, die des Sauerstoffs wird 100, und die übrigen Zahlen drücken

alsdann aus, wie viel von den verschiedenen andern Körpern dazu gehört, um 100 Sauerstoff oder um $12\frac{1}{2}$ Wasserstoff zu vertreten. Durch Multiplication aller Aequivalente mit einer und derselben Zahl werden ja die Beziehungen, in denen sie zu einander stehen, in keiner Weise geändert, und es ist ganz gleichgültig, ob man sich der Zahlen bedient, die sich auf den Wasserstoff als Einheit oder auf den Sauerstoff = 100 beziehen.

Sechster Brief.

Die Atome müſſen unſerer Vorſtellung nach einen gewiſſen Raum einnehmen und eine gewiſſe Geſtalt beſitzen; durch ihre Verbindung unter einander entſtehen zuſammengeſetzte Atome, die natürlicher Weiſe einen größeren oder kleineren Raum einnehmen wie die einfachen zuſammen genommen; je nach ihrer Zuſammenſetzung oder der Art und Weiſe, wie ſie ſich geordnet haben, muß die Form wechſeln. Bei den kryſtalliſirenden Körpern, deren kleinſte Theilchen eine beſtimmte Geſtalt beſitzen, läßt ſich, wie ſich von ſelbſt verſteht, allein wahrnehmen, in welcher Beziehung die Form des Kryſtalls zu ſeiner Zuſammenſetzung ſteht. Man hat hierüber ſehr intereſſante Beobachtungen gemacht. Wenn nämlich zwei Salze von verſchiedener Kryſtallgeſtalt aus einer und derſelben Flüſſigkeit kryſtalliſiren, ſo bilden ſich die Kryſtalle des einen Salzes vollkommen ſo aus, wie wenn das andere Salz in der Flüſſigkeit gar nicht vorhanden wäre. Bringen wir eine Handvoll Salpeter und Kochſalz in eine hinreichende Menge Waſſer, ſo

lösen sich beide darin auf. Stellen wir die Auflösung auf einen warmen Ofen, so verdunstet allmählig das Wasser und die beiden Salze lagern sich in Krystallen auf dem Boden des Gefäßes wieder ab; mit bloßem Auge unterscheidet man die Würfel des Kochsalzes von den langen Säulen, welche dem Salpeter angehören. Nehmen wir einen Kochsalzkrystall aus der Flüssigkeit heraus und waschen ihn mit etwas reinem Wasser ab, so zeigt es sich, daß in dem Krystall selbst keine Spur mehr von Salpeter enthalten ist; auf der andern Seite enthält der Salpeterkrystall keine Spur von Kochsalz. Wenn man nun erwägt, daß beide Krystalle sich gleichzeitig in einer und derselben Flüssigkeit bilden, so folgt von selbst aus der Beschaffenheit der Krystalle, daß die Kochsalztheilchen, indem sie sich zu einem Krystalle vereinigten, nur Kochsalztheilchen, die Salpetertheilchen nur Salpetertheilchen anzogen und dadurch an Größe zunahmen. Zuletzt, wenn alles Wasser verdampft ist, hat man ein inniges Gemenge von Kochsalz und Salpeter, aber jeden einzelnen Kochsalzkrystall dennoch gesondert von den einzelnen Salpeterkrystallen.

Setzt man etwas heißem Wasser Bittersalz und Salpeter zu, und gießt die mit beiden Salzen gesättigte Flüssigkeit ab, so lagern sich während der allmähligen Abkühlung Bittersalzkrystalle und Salpeterkrystalle neben einander ab, allein die einzelnen Salpeterkrystalle enthalten kein

Bittersalz, die einzelnen Bittersalzkrystalle keinen Salpeter. Es ist klar, daß auch in diesem Falle die Bittersalztheilchen zu den Salpetertheilchen keine Art von Anziehung besaßen; wir müssen uns im Gegentheil denken, daß eine Art von Abstoßung zwischen beiden stattfand, denn sonst würden sich Salpeter- und Bittersalz-, oder Salpeter- und Kochsalztheilchen nicht blos neben einander, sondern auch in und auf einander schichtenweise ablagern müssen.

Ganz anders verhält es sich mit Bittersalz und Nickel- oder Zinkvitriol; wenn beide aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren, so beobachtet man keine Trennung von Zinkvitriol und Bittersalz, sondern die gebildeten Krystalle enthalten gleichzeitig Zinkvitriol und Bittersalz, oder Nickelvitriol und Bittersalz, und zwar in allen möglichen Verhältnissen, je nach der Menge, die von beiden Salzen in der Auflösung vorhanden war. Man sieht leicht ein, daß die sich abscheidenden Zinkvitriol- und Bittersalztheilchen eine Anziehung, und offenbar eine ganz gleiche, zu einander hatten, denn ein Bittersalzkrystall zog ja ein Zinkvitrioltheilchen ganz so an, wie wenn es ein Bittersalztheilchen gewesen wäre, und umgekehrt; es fand nicht, wie zwischen Kochsalz und Salpeter, eine Art Wahl statt.

Wenn man nun einen Nickelvitriolkrystall mit einem Bittersalzkrystall vergleicht, so zeigt es sich, daß beide

einerlei Krystallgestalt besitzen. So sieht der Bittersalzkrystall aus wie weißer Nickelvitriol, der Nickelvitriol wie grünes Bittersalz; es ist in den Winkeln, Ecken und Kanten kein Unterschied wahrnehmbar. Da nun ein großer Krystall aus einer Anhäufung von kleinen und kleinsten Krystallchen besteht, so muß nothwendig das letzte Nickelvitrioltheilchen die nämliche Gestalt haben, wie das allerletzte oder kleinste Bittersalztheilchen, oder, was das Nämliche ist; die Gruppe von Atomen, die zu einem Zink- oder Nickelvitriol-Atom zusammengetreten sind, hat die nämliche Form wie die Gruppe, aus der ein Bittersalzatom besteht; der Krystall, in welchem beide in und neben einander sich vereinigt befinden, besitzt die Gestalt, welche jeden seiner Bestandtheile (das Bittersalz, den Nickel- oder Zinkvitriol) charakterisirt.

Weitere Beobachtungen haben ergeben, daß die Gleichheit der Krystallformen zweier Körper nicht der einzige Grund ist, daß sie zusammen krystallisiren und daß die Form ihrer gemischten Krystalle die nämliche ist, wie die ihrer Bestandtheile.

So besitzt ein Salmiakkrystall dieselbe geometrische Gestalt wie ein Alaunkrystall, aber aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren beide getrennt von einander; die sich bildenden Alaunkrystalle enthalten keinen Salmiak, die Salmiakkrystalle keinen Alaun, offenbar, weil trotz der gleichen Form der Krystallatome,

die Kraft, mit welcher die Alauntheilchen und Alaun-theilchen, oder Salmiaktheilchen und Salmiaktheilchen einander anziehen, weit größer ist, wie die anziehende Kraft, die zwischen Salmiak- und Alauntheilchen thätig ist; denn diese letztere besteht für die Beobachtung nicht.

Wenn man nun die Zusammensetzung derjenigen Verbindungen, die bei gleicher Krystallform nicht zusammen krystallisiren, mit denen vergleicht, welche unter denselben Umständen gemischte Krystalle bilden, so zeigt sich, daß die ersteren eine unähnliche, die anderen eine in allen Stücken ähnliche Zusammensetzung besitzen. So enthalten Bittersalz, Zinkvitriol, Nickelvitriol, eine ganz gleiche Anzahl zusammengesetzter Atome, und zwar so, daß ein Bittersalzkrystall von einem Zink- oder Nickelvitriol-krystall sich nur dadurch unterscheidet, daß die beiden letzteren, anstatt eines Aequivalents oder Atoms Magnesium, ein Atom Nickel oder Zink enthalten, in der Art, daß wir Zink- oder Nickelvitriol erhalten, wenn wir in einem Bittersalzkrystall das Magnesium ausscheiden und durch ein Aequivalent Zink oder Nickel vertreten.

Das Salmiakatom enthält seinen Bestandtheilen nach nur zwei zusammengesetzte Atome; der Alaun, welcher in derselben Form krystallisirt, enthält dreißig zusammengesetzte Atome. Eine unähnlichere Constitution kann nicht gedacht werden; sie krystallisiren nicht zusammen.

In allen späteren Untersuchungen hat sich stets gezeigt, daß die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung in sehr vielen Fällen eine gleiche Krystallform bedingt, daß zwei Verbindungen von gleicher Krystallform, wenn sie gemischte Krystalle geben, welche die nämliche geometrische Gestalt besitzen, meistens auch ähnlich zusammengesetzt sind, d. h. eine gleiche Anzahl von Atomen (oder Aequivalenten) in derselben Weise geordnet enthalten. In den Fällen, wo zwei Salze von verschiedener Krystallgestalt zusammen krystallisiren, zeigt es sich stets, daß die Form des gemischten Krystalls gleich ist der Form des einen der beiden Salze, und daß seine Zusammensetzung diesem letztern ähnlich ist. So erhält man aus einer Mischung von Kupfer- und Zinkvitriol (zwei Salze von verschiedener Form und unähnlicher Zusammensetzung), je nach der überwiegenden Menge des Einen von beiden, gemischte Krystalle, welche die Form des Kupfervitriols oder die Form des Zinkvitriols besitzen, und es zeigt sich, daß die ersteren in ihrer Zusammensetzung dem Kupfervitriol, die andern dem Zinkvitriol ähnlich sind.

Die schönsten Beispiele, daß in vielen Verbindungen die Krystallgestalt ganz unabhängig ist von der Verschiedenheit der Elemente, bieten die sogenannten Alaune dar, womit man Verbindungen bezeichnet, welche eine dem gewöhnlichen Alaun ähnliche Zusammensetzung besitzen, dessen Bestandtheile Schwefelsäure, Thonerde,

Kali und Waſſer ſind. Er kryſtalliſirt in ſchönen, regelmäßigen Oktaëdern. Wir können aus dieſem Alaun die Thonerde herausnehmen und durch Eiſenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd erſetzen, ohne daß ſonſt etwas in ſeiner Form oder Zuſammenſetzung geändert ward. Der Eiſenalaun (welcher an der Stelle der Thonerde Eiſenoxyd enthält) iſt farblos und der äußeren Beſchaffenheit nach nicht unterſcheidbar vom Thonerde-Alaun. Der Chromalaun unterſcheidet ſich in nichts davon, außer durch eine dunkelgrüne, der Manganalaun durch eine violette Farbe. Legt man einen Kryſtall von Chromalaun in eine kalt geſättigte Auflöſung von gewöhnlichem Thonerde-Alaun, ſo lagern ſich die beim allmähligen Verdunſten des Waſſers kryſtalliſirenden Theilchen des Thonerde-Alauns auf den Flächen des Chromalaunkryſtalls ganz ſo ab, wie wenn es Chromalauntheilchen wären. Diejenige Fläche nimmt am raſcheſten an Größe zu, welche den Boden des Gefäßes berührt, und wenn man täglich den Kryſtall wendet und alle Flächen gleichmäßig wachſen macht, ſo hat man zuletzt ein regelmäßiges Oktaëder von weißem, durchſichtigem Thonerde-Alaun, in deſſen Mitte ſich als Kern ein dunkelgrünes regelmäßiges Oktaëder von Chromalaun befindet.

In ganz gleicher Weiſe können wir die Schwefelſäure des Alauns ausſcheiden und durch die ähnlich zuſammengeſetzte Chromſäure und Selenſäure erſetzen, das

Kali durch Ammoniumoxyd, ohne ſeine Kryſtallform im mindeſten zu ändern, und es hat ſich ergeben, daß nicht nur in dem einen Beiſpiel, in dem Alaun, nein, daß überall, in allen Fällen, wo Thonerde, Eiſenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd, oder Schwefelſäure, Chromſäure und Selenſäure, oder Kali und Ammoniumoxyd ſich in Verbindungen vertreten, die Form der neuen Verbindung unverändert bleibt; nur in dem Fall, wenn in Folge dieſer Vertretungen ein neuer Beſtandtheil zu-, oder einer der vorhandenen übrigen Beſtandtheile austritt, ſieht man, daß ſich auch die Kryſtallform ändert, indem die Zuſammenſetzung alsdann unähnlich wird.

Alle die ſich in ähnlichen Verbindungen ohne Aenderung der Kryſtallgeſtalt vertretenden Körper hat man nach und nach kennen gelernt und in Gruppen geordnet; ſie haben den dieſe Eigenſchaft ſehr gut bezeichnenden Namen iſomorphe (gleichgeſtaltige) Subſtanzen erhalten. So, ſagt man, ſind Chlor, Brom, Jod, Cyan, Fluor, oder Kalk, Bittererde, Eiſen- und Manganoxydul iſomorph, womit man alſo meint, daß ihre ähnlich zuſammengeſetzten Verbindungen gleiche Kryſtallgeſtalt haben und ſich ohne Aenderung der Kryſtallform in Verbindungen zu vertreten vermögen.

Es wird Niemanden entgehen, daß ein Alaunkryſtall in ganz unbeſtimmten und wechſelnden Mengen Eiſenoxyd und Thonerde, oder Kali und Ammoniumoxyd ent-

halten kann, ohne daß er deßhalb aufhört, ein Alaunkryſtall zu ſein und für Alaun angeſehen zu werden; daß es gerade in der Eigenthümlichkeit der iſomorphen Subſtanzen liegt, ſich einander nicht in einzelnen unveränderlichen, ſondern in allen möglichen Verhältniſſen zu vertreten. Das obenerwähnte Verhalten dieſer Verbindungen ſchien den früher ſchon erkannten Geſetzen über die feſten und conſtanten Verbindungsverhältniſſe entgegenzuſtehen; allein mit der Kenntniß des letzten Grundes, der gleichen Geſtalt und gleichen Anziehung ihrer Theilchen, erklärte es ſich auf die einfachſte und genügendſte Weiſe.

Ganz beſonders wichtig und bedeutungsvoll wurde dieſe ſchöne, von einem Deutſchen gemachte Entdeckung für die Mineralogie. Bei dem Verſuche, die Mineralien nach ihren Beſtandtheilen und ihrer Zuſammenſetzung zu ordnen, ergaben ſich zahlloſe Verwickelungen und Schwierigkeiten; die gewiſſenhafteſten Chemiker widerſprachen ſich in der Zuſammenſetzung der am beſten charakteriſirten Mineralien. So fand der Eine in dem Granat von Arendal über 13 Procent Bittererde, die in dem von Fahlun, vom Veſuv ꝛc. gänzlich fehlte; in dem edlen Granat ergab die Analyſe 27 Procent Thonerde, von welcher in dem gelben von Altenau keine Spur aufzufinden iſt. — Welche Beſtandtheile gehören denn zu dem Granat? wie iſt er eigentlich zuſammengeſetzt? —

Alles dieß hat ſich ſehr einfach entwirrt; wo die Thonerde fehlte, fand ſich das iſomorphe Eiſenoxyd, wo die Bittererde fehlte, fand ſich der iſomorphe Kalk; es zeigte ſich, daß der Granat wechſelnde Mengen iſomorpher Oxyde, von Eiſenoxyd und Thonerde, oder Kalk, Manganoxydul, Eiſenoxydul enthält, die einander ohne Aenderung der Form der Verbindung zu vertreten vermögen.

Genauere Meſſungen der Kryſtalle haben ſpäter dargethan, daß die ähnlichen Verbindungen iſomorpher Subſtanzen nicht immer ganz vollkommen die nämliche Form zeigen, daß alſo die Winkel, welche die Flächen mit einander bilden, nicht immer ganz identiſch ſind, und es iſt ſicher die ſchönſte Begründung unſerer Anſichten über die Exiſtenz der Atome geweſen, daß dieſe Abweichungen durch Betrachtungen erklärbar wurden, die ſich an die atomiſtiſche Theorie knüpfen ließen.

Verſinnlichen wir uns in der That einen Kryſtall entſtanden durch Nebeneinanderlagerung von Atomen, von denen jedes eine gewiſſe Geſtalt beſitzt, und die Geſtalt des ganzen Kryſtalls, als abhängig von der Form ſeiner kleinſten Theile, ſo wird das Thonerde-Atom in dem Alaunatom einen gewiſſen Raum ausfüllen. Wenn wir das Thonerde-Atom in dieſem Kryſtall herausnehmen und an ſeine Stelle ein Eiſenoxydatom bringen, ſo wird der Alaunkryſtall ſeine geometriſche Geſtalt behalten, wenn das Eiſenoxydatom die nämliche Form hat wie das

Thonerde-Atom, aber nur dann, wenn es auch ebenso groß ist, wenn sein Volumen gleich ist dem Volumen des Thonerde-Atomes, wird die Form des Alaunkrystalls absolut dieselbe bleiben; füllt aber im Allgemeinen das isomorphe Oxyd den Raum des zu vertretenden nicht vollkommen aus, ist sein Volumen kleiner oder größer, so muß sich dieß in der gegenseitigen Neigung der Kanten des Krystalls zu seiner Axe zu erkennen geben.

Auf eine sehr sinnreiche Weise ist man dazu gelangt, den Raum, den die Atome zweier sich vertretenden isomorphen Substanzen in einer Verbindung einnehmen, zu vergleichen. Jedermann weiß, daß die festen, flüssigen und luftförmigen Körper bei gleichem Rauminhalt ein sehr ungleiches Gewicht besitzen. Ganz unwillkürlich vergleichen wir ja den Raum, den ein Stück Holz einnimmt, mit dem, welcher von einem gleich großen Stück Blei eingenommen wird, indem wir sagen, daß das Holz leichter sei wie Blei. Ein Pfund Holz wiegt ja genau so viel wie ein Pfund Blei, allein ein Kubikzoll Blei wiegt über eilfmal mehr wie ein Kubikzoll Holz. Die Verschiedenheit des Gewichtes, das die Körper bei gleichem Rauminhalt besitzen, ist von den Naturforschern mit großer Genauigkeit ermittelt und in Zahlen ausgedrückt worden; es sind dieß die bekannten *specifischen Gewichtszahlen*. Aehnlich wie die Gewichte zweier Körper vergleichbar werden, indem man ausmittelt, wievielmal eine

bekannte Gewichtseinheit, ein Pfundgewicht z. B., in der Masse eines jeden von beiden enthalten ist, ohne alle Rücksicht auf den Raum, den sie einnehmen, bedient man sich nach einer Uebereinkunft zur Ermittelung der specifischen Gewichte der Körper einer Gewichtseinheit von bekanntem Rauminhalt. Wievielmal bei gleichem Rauminhalt ein Körper mehr wiegt, wie ein anderer, wird ausgedrückt in Zahlen, die sich auf das Gewicht eines gleich großen Stückes Wasser beziehen. Das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser ist also ein Maß, es ist die Gewichtseinheit, und die Zahl, welche das specifische Gewicht eines Körpers bezeichnet, drückt aus, wievielmal der Körper bei gleichem Rauminhalt mehr oder weniger wiegt, oder wievielmal die Gewichtseinheit darin enthalten ist.

Bei Ermittelung des Gewichtes eines Körpers, ohne alle Rücksicht auf seinen Rauminhalt (des absoluten Gewichtes), legen wir ihn auf die eine Wagschale und auf die andere so viel Gewichtseinheiten (Pfunde z. B.), bis beide sich im Gleichgewicht befinden; es ist ganz gleichgültig, ob die Gewichtseinheiten von Blei, Eisen, Platin, Holz oder irgend einem anderen Material sind. Denken wir uns nun anstatt eines Pfund- oder Lothgewichtes von Eisen ein Pfund- oder Lothgewicht von Wasser, nehmen wir an, wir hätten den Körper auf die eine Wagschale gelegt, und in die andere so viel Wasser

gegossen, daß sich beide Wagschalen vollkommen im Gleichgewichte befinden, so haben wir das Gewicht des Körpers ausgedrückt in Lothen, Pfunden Wasser. Wenn wir nun jetzt den Raum vergleichen, den der gewogene Körper einnimmt, mit dem Raum, den das gleich schwere Wasser erfüllt, so erfahren wir genau, wievielmal mehr oder weniger Raum das Wasser bei gleichem Gewichte einnimmt, als der Körper.

Legen wir auf die eine Wagschale einen Kubikzoll Eisen, so brauchen wir, um das Gleichgewicht herzustellen, 7¾ Kubikzoll Wasser; ein Kubikzoll Wasser ist also 7¾mal leichter wie 1 Kubikzoll Eisen, oder was das Nämliche ist, 1 Kubikzoll Eisen ist 7¾mal schwerer wie ein Kubikzoll Wasser*).

Bringen wir auf der einen Wagschale 100 Volumtheile Terpentinöl mit Wasser ins Gleichgewicht, und

*) Nur des Beispiels wegen möge hier angedeutet werden, wie sich der Rauminhalt von Körpern, von einer gegebenen Menge Sand z. B., denen man mit Meßinstrumenten nicht mehr beikommen kann, mit der größten Schärfe bestimmen läßt. Man denke sich ein mit einer Scale versehenes Gefäß, die uns genau den Inhalt desselben in Kubikzollen (wovon jeder in 100 Theile wieder getheilt sein soll) angibt. Wenn das Gefäß halb mit Wasser gefüllt ist und wir schütten den gewogenen Sand in das Wasser, so wird das Wasser nun steigen, und zwar um eben so viel, als das Volumen des hinzugeschütteten Sandes betrug; der Unterschied des Niveau's vor dem Eindringen des Sandes gibt den Rauminhalt desselben in Kubikzollen und in Hundertheilen von Kubikzollen an.

messen wir das Wasser, so zeigt sich, daß 86 Raumtheile des letzteren so schwer sind wie 100 Raumtheile Terpentinöl, oder 86 Gewichtstheile Terpentinöl nehmen denselben Raum ein, wie 100 Gewichtstheile Wasser, oder bei gleichem Rauminhalt wiegt das Terpentinöl nur $^{86}/_{100}$ von dem Gewicht des Wassers.

Die specifischen Gewichte sind nichts anders als die Gewichte der Körper, gemessen und ausgedrückt in Gewichten eines gleichen Volumens Wasser.

Die Zahlen 7,75 für Eisen, 11,3 für Blei, 1,989 für Schwefel, 4,948 für Jod, 1,38 für flüssiges Chlor bedürfen kaum noch einer Erklärung; sie drücken aus, wievielmal mehr das Eisen, Blei, Schwefel, Jod, flüssiges Chlor wiegt, wie ein gleicher Raumtheil Wasser; die Gewichtsverschiedenheit zweier gleichen Raumtheile Schwefel und Eisen verhält sich wie die Zahlen 1,989 und 7,75, von gleichen Raumtheilen Jod und Chlor wie die Zahlen 4,948 und 1,380. Die Gewichtsverschiedenheit zweier Körper von gleichem Rauminhalt bleibt, wie sich von selbst versteht, ganz die nämliche, wie groß oder wie klein wir ihr Volumen auch annehmen mögen; mit der Aenderung ihres Volumens vergrößern oder verkleinern sich diese Zahlen, aber immer genau in dem Verhältniß, wie sich das Volumen des einen oder andern vergrößert oder verkleinert. Die Gewichtsverschiedenheit von zwei Kubikzollen Jod und einem Kubikzoll

Chlor wird ausgedrückt durch zweimal 4,948 = 9,896 und 1,380 u. s. f.

Es muß offenbar ein Grund vorhanden sein, von dem es abhängt, daß die Körper bei gleichem Rauminhalt, ein ungleiches Gewicht besitzen; nach unserer Vorstellung nun über die Constitution der Körper besteht ein jeder aus einer Zusammenhäufung von gewichtigen Körpertheilchen, von denen jedes einen gewissen Raum erfüllt und eine gewisse Gestalt besitzt. Die Bekanntschaft mit den isomorphen Substanzen stellt die Thatsache außer allem Zweifel, daß ihre gegenseitige Vertretung in Verbindungen ohne Aenderung ihrer Krystallgestalt, darauf beruht, daß ihre Atome einerlei Gestalt besitzen und von gleicher Größe sind, und wenn wir sehen, daß bei der Vertretung eines Körpers durch einen andern die Krystallform der Verbindung eine andere wird, so müssen wir voraussetzen, daß diese Aenderung davon abhing, daß die Atome dieses andern Körpers eine andere Gestalt besitzen, oder nicht denselben Raum in der Verbindung ausfüllen. Alles dieß zusammengenommen führt auf die Vorstellung, daß die Körpertheilchen, die wir Atome nennen, ungleich schwer oder ungleich groß sind; mit dieser Voraussetzung erklärt sich das specifische Gewicht auf eine sehr einfache Weise; warum also das Blei bei gleichem Rauminhalt mehr wiegt wie Eisen, das Eisen mehr wie Schwefel, das Jod mehr wie Chlor,

beruht entweder darauf, weil das Atom Jod schwerer ist, wie das Atom Chlor, oder weil in demselben Raum sich eine größere Anzahl von Atomen Blei, wie z. B. Eisenatome befinden.

Denken wir uns in dem Raume von einem Kubikzoll eine gleiche Anzahl, sagen wir: tausend Atome Jod oder Chlor, so drücken ihre specifischen Gewichte offenbar die Gewichtsunterschiede ihrer Atome aus; wiegt der Kubikzoll Jod 4948 Gran, so muß ein Kubikzoll Chlor 1380 Gran wiegen $^1/_{1000}$ Kubikzoll Jod, worin 1 Atom Jod, würde hiernach 4,948 Gran, $^1/_{1000}$ Kubikzoll Chlor, worin 1 Atom Chlor, würde 1,380 Gran wiegen.

Chlor und Jod sind aber einander isomorph; wir setzen voraus, daß ihre Atome gleich groß sind und dieselbe Gestalt besitzen, und wenn in gleichen Raumtheilen Jod und Chlor eine gleiche Anzahl von Atomen Jod und Chlor vorhanden sind, so müßten in der That die specifischen Gewichtszahlen in demselben Verhältniß zu einander stehen, wie ihre Aequivalentenzahlen oder ihre Atomgewichte. Um in einer Verbindung 4,948 Gran Jod auszuscheiden und durch Chlor zu vertreten, würden genau 1,380 Gran Chlor nöthig sein. Ein einfacher Regeldetri-Ansatz zeigt, daß dieß wirklich der Fall ist; das specifische Gewicht des Jods verhält sich zu dem des Chlors, wie 4,948 zu 1,380, oder, was ganz dasselbe relative Verhältniß ist, wie ihre Aequivalente 126 Jod zu 35,2 Chlor.

Dieſes merkwürdige Verhältniß, wodurch unerwarteter Weiſe eine phyſikaliſche Eigenſchaft (das ſpecifiſche Gewicht) mit in den Kreis philoſophiſcher Betrachtungen gezogen worden iſt, hat ſich bei allen iſomorphen Subſtanzen beſtätigt; ihre ſpecifiſchen Gewichtszahlen drücken das Gewichtsverhältniß aus, in denen ſie ſich in Verbindungen vertreten, ganz daſſelbe Verhältniß, welches wir in den Aequivalentenzahlen kennen, und überall, wo ſich bei iſomorphen Körpern eine Abweichung ergab, wo alſo die ſpecifiſchen Gewichte nicht genau mit den Aequivalentenzahlen in dem berührten Sinne übereinſtimmten, zeigt ſich dieß in der Neigung der Flächen des Kryſtalls, in den Winkeln z. B., welche die Kanten mit der Are des Kryſtalls bilden. Die Form der Kryſtalls bleibt nur dann identiſch, wenn die Atome der ſich vertretenden iſomorphen Subſtanzen ein gleiches Volumen bei der gleichen Form beſitzen. Iſt das Volumen des eintretenden Atoms kleiner wie das des austretenden, ſo muß ſich dieß in der Form des neuen Kryſtalls offenbaren.

Um den Raum, den die Atome einnehmen oder erfüllen, bei verſchiedenen Körpern in Zahlen vergleichen zu können, hat man zu folgender Betrachtungsweiſe ſeine Zuflucht genommen.

Denken wir uns unter den Aequivalentenzahlen wirkliche Gewichte, nehmen wir an, daß die Zahl 35,2 für Chlor, 35,2 Loth Chlor, die Zahl 12,6 für Jod, 126

Loth Jod; 27,2 für Eisen, 27,2 Loth Eisen; 29,6 für Nickel, 29,6 Loth Nickel bedeuteten, und dividiren wir eine jede dieser Zahlen durch das Gewicht von einem Kubikzoll Chlor, Jod, Eisen, Nickel, oder, was dasselbe ist, durch ihre specifischen Gewichte (1 Kubikzoll Wasser zu 1 Loth angenommen, wiegt 1 Kubikzoll Chlor 1,380 Loth, 1 Kubikzoll Jod 4,948 Loth, 1 Kubikzoll Eisen 7,790 Loth, 1 Kubikzoll Nickel 8,477 Loth), so ist klar, daß man auf diese Weise erfährt, wie viel Kubikzoll Chlor, Jod, Nickel, Eisen in einem Aequivalent Chlor, Jod, Nickel, Eisen enthalten sind, oder diese erhaltenen Quotienten drücken demnach aus, wieviel Raum ein Aequivalent Chlor, Jod, Eisen, Nickel, in Kubikzollen ausgedrückt, einnimmt, oder ganz allgemein das Verhältniß ihrer Volume zu ihren Aequivalenten oder Atomgewichten.

Die Atome der isomorphen Substanzen sind nun, unserer Voraussetzung nach, von gleicher Gestalt und Größe; in gleichen Raumtheilen ist ihre Anzahl gleich groß. Wenn nun in einem Aequivalent Chlor genau so viele Atome sich befinden, wie in einem Aequivalent Jod, so müssen wir durch Division des specifischen Gewichtes in das Atomgewicht einerlei Zahl erhalten; 35,2, das Atomgewicht des Chlors, dividirt durch 1,380, das specifische Gewicht desselben gibt die Zahl 25; und 126, das Atomgewicht des Jods, dividirt durch 4,948, gibt ebenfalls die Zahl 25.

Man sieht leicht ein, daß dieß, unserer Voraussetzung nach, nicht anders sein darf. Das Atomgewicht oder die Aequivalentenzahl der isomorphen Körper muß, durch das specifische Gewicht dividirt, einen und denselben Quotient geben, eben weil sie in gleichen Räumen eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten; ist die Anzahl ungleich, oder sind die Atome abweichend in ihrer Form, Gestalt und Größe, so wird sich diese Abweichung auch in diesen Quotienten zu erkennen geben. Dieß macht nun die Kenntniß dieser Zahlen für die Vergleichung sehr werthvoll, und um denselben einen Namen zu geben, hat man sie mit Atomvolum oder specifisches Volum bezeichnet. So, sagt man, ist das Atomvolum des Chlors 25, das des Jods ist ebenfalls 25, beide sind gleich, sie sind isomorph; das des Schwefels ist 8, es ist sehr verschieden von dem des Chlors, mit dem es nicht isomorph ist, allein es ist gleich mit dem des Selens, mit welchem es isomorph ist.

Diese Zahlen lassen also auf den ersten Blick erkennen, welche Körper eine gleiche oder ungleiche Anzahl von Atomen in gleichen Raumtheilen enthalten; ihre gegenseitigen Beziehungen sind dadurch vergleichbar und die genaue Ermittelung derselben ist von hohem Werthe.

Siebenter Brief.

Wenn man von den Fortschritten und der Entwickelung der neuern Chemie reden will, so kann man nicht umhin, den Mitteln und Werkzeugen, die der Chemiker zu seinen Arbeiten benutzt, eine Lobrede zu halten. Ohne Glas, ohne Kork, Platin und Kautschuk wären wir heute vielleicht nur halb so weit. Zu Lavoisier's Zeiten war es nur wenigen und zwar nur sehr reichen Leuten, der Kostspieligkeit der Apparate wegen, gestattet, chemische Untersuchungen zu machen.

Die wunderbaren Eigenschaften des Glases kennt Jedermann: durchsichtig, hart, farblos, unveränderlich durch Säuren und die meisten Flüssigkeiten, in gewissen Temperaturen geschmeidiger und biegsamer wie Wachs, nimmt es in der Hand des Chemikers, vor der Flamme einer Oellampe, die Form und die Gestalt aller zu seinen Versuchen dienenden Apparate an.

Welche kostbare Eigenschaften vereinigen sich im Kork! Wie wenig vermögen Andere seinen Werth zu

schätzen und seine Tugenden anzuerkennen! Vergebens würde man sich den Kopf zerbrechen, um den Kork als ganz gewöhnlichen Verschluß einer Bouteille durch etwas Anderes zu ersetzen. Man denke sich eine weiche, höchst elastische Masse, welche die Natur selbst mit einer Substanz getränkt hat, die zwischen Wachs, Talg und Harz steht (dem Suberin), wodurch sie die Eigenschaft erhält, völlig undurchdringlich für Flüssigkeiten, ja selbst bis zu einem gewissen Grade für alle Gase zu sein. Wir verbinden durch Kork weite mit engen Oeffnungen, und mittelst Kautschuk und Kork construiren wir die zusammengesetztesten Apparate von Glas, ohne dazu den Metallarbeiter und Mechanikus, Schrauben und Hähne zu bedürfen. Die Apparate des Chemikers sind eben so wohlfeil als rasch und schnell zu Stande gebracht und erneuert.

Ohne Platin wäre eine Mineralanalyse nicht ausführbar. Das Mineral muß aufgelöst, es muß aufgeschlossen, d. h. zur Auflösung vorbereitet werden. Glas und Porcellan, alle Arten von nicht metallischen Schmelztiegeln, werden durch die zur Aufschließung dienenden Mittel zerstört, Tiegel von Silber und Gold würden in hohen Temperaturen schmelzen; das Platin ist wohlfeiler wie Gold, härter und dauerhafter wie Silber, in allen Temperaturen unserer Oefen unschmelzbar, es wird durch Säuren, es wird von kohlensauren Alkalien nicht ange-

griffen, es vereinigt in sich die Eigenschaften des Goldes und des unschmelzbaren Porcellans. Ohne Platin würde heute vielleicht die Zusammensetzung der meisten Mineralien noch unbekannt sein. Ohne Kork und Kautschuk würden wir den Mechanikus bei allen unsern Arbeiten nicht entbehren können. Ohne Kautschuk allein wären die Apparate kostspieliger und zerbrechlicher; aber der Hauptvortheil, den beide gewähren, liegt in dem Gewinn an der unendlich kostbareren Zeit.

Das Laboratorium des Chemikers ist heutzutage nicht mehr das feuerfeste, dumpfe, kalte Gewölbe des Metallurgen, oder das mit Retorten und Destillirapparaten überladene Laboratorium des Pharmaceuten, es ist ein helles, warmes, freundliches Zimmer; statt der Schmelzöfen und Kohlen dienen ihm vortrefflich construirte Lampen; sein Feuer gibt ihm die reine und geruchlose Weingeistflamme. Mit diesen einfachen Hülfsmitteln, wozu noch die Wage kommt, macht der Chemiker seine umfassenden Untersuchungen.

Wägen und Messen unterscheidet die Chemie von der Physik, ja es gibt zwischen beiden keinen andern Unterschied. Seit Jahrhunderten haben die Physiker gemessen, allein erst seit fünfzig Jahren fingen sie an zu wägen. Alle große Entdeckungen Lavoisier's, er verdankt sie der Wage, diesem unvergleichlichen Instrumente, das alle Beobachtungen und Entdeckungen festhält, die Zweifel besiegt und

die Wahrheit ans Licht stellt, was uns zeigt, daß wir uns geirrt haben, oder daß wir uns auf dem wahren Wege befinden. Mit der Wage hatte das Reich des Aristoteles ein Ende; seine Methode, die Erklärung einer Naturerscheinung zu einem Spiele des Geistes zu machen, machte der eigentlichen Naturforschung Platz; drei von seinen Elementen waren von da an nur Bilder für Zustände. Alles Bestehende auf der Erde besaß nach wie vor den Zustand der Festigkeit, der Flüssigkeit oder der Luftform; allein Erde, Wasser und Luft gehörten als Elemente der Geschichte an, das Feuer war der sichtbare und fühlbare Repräsentant einer Aenderung dieser Zustände.

Die Ermittelung der Zusammensetzung der festen Erdrinde war die Hauptaufgabe für die auf Lavoisier folgende Generation, die Zusammensetzung der Atmosphäre, die des Wassers, sie war von ihm festgestellt. Zu den achtzehn Metallen, die man kannte, kamen als Bestandtheile von Mineralien vierundzwanzig neue. Die große Kluft zwischen dem Sauerstoff und den Metallen, sie füllte sich zu einem allmählichen Uebergang. Die Hauptmasse der Mineralien zeigte sich aus zwei und mehr Oxyden in festen, unveränderlichen Verhältnissen zusammengesetzt, als Verbindungen von metallischen Oxyden einerseits mit andern Oxyden, deren Radical, Kohle oder Silicium in seinen Eigenschaften von den Metallen wesentlich abwich.

Eine andere Classe von Mineralien waren Schwefelverbindungen, Sulphide, in denen Schwefel die Rolle des Sauerstoffs spielte; bis auf ein Chlorid (das Kochsalz) war die Masse der übrigen Verbindungen, die Fluoride, Arsenide ꝛc., verschwindend klein.

Die Mineralchemie begnügte sich nicht mit der Analyse, sie zeigte die Bildung des Bimssteins, des Feldspaths, Glimmers, der Schwefelmetalle ꝛc. durch Synthese. Die Krone von allen Entdeckungen der Mineralchemie in Beziehung auf die Hervorbringung von Mineralien war unstreitig die künstliche Darstellung des Lasursteins. Kein Mineral konnte wohl mehr das Interesse erregen als dieses. Von dem schönsten Himmelblau, unveränderlich an der Luft und im stärksten Feuer, lieferten seine subtilsten Theile die kostbarste Malerfarbe. Der Ultramarin war theurer wie Gold, seine Darstellung schien unmöglich zu sein, denn vergebens hatte die Analyse nach einem Pigment gesucht; es enthielt kein Pigment: Kieselerde, Thonerde, Natron, drei farblose Materien — Schwefel und Eisen, die beide nicht blau sind — man hatte außer diesen keinen Körper gefunden, dem man die Farbe zuschreiben konnte. Aus Kieselerde, Thonerde, Natron, Eisen und Schwefel werden jetzt Tausende von Pfunden Ultramarin dargestellt, schöner noch wie der natürliche, und für die nämliche Summe, für die man früher nur eine Unze bekam, kauft man heute mehrere Pfunde.

Man kann sagen, daß mit der Darstellung des künstlichen Lehrsatzes die Hervorbringung der Mineralien aufhörte, Gegenstand einer wissenschaftlichen Aufgabe für den Chemiker zu sein. Ob sie damit aufhören darf, die Geologen zu beschäftigen, wer könnte darüber zweifelhaft sein? — aber lange noch wird es dauern, ehe die Geologen sich zu Versuchen entschließen, die von den Chemikern nicht mehr erwartet werden können, eben weil für sie alles Interesse davon erlöschen ist; für den Chemiker bleibt in dieser Beziehung keine Frage mehr zu lösen.

Nach der Kenntniß der Bestandtheile der festen Erdrinde, des gegenseitigen Verhaltens der nicht weiter spaltbaren Stoffe, der Metalle und Metalloide, mußte nach dem natürlichen Gange der Naturforschung die höhere Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit in der Pflanze und im Thiere ein unmittelbar folgender Gegenstand der Arbeiten der Chemiker werden. Eine neue Wissenschaft, unerschöpflich wie das Leben selbst, entwickelt sich auf dem gesunden und festen Stamm der anorganischen Chemie; nach den Knospen, Blättern und Zweigen muß die Blüthe, nach der Blume sich die Frucht entwickeln; die Pflanzen- und Thierchemie sucht im Verein mit der Physiologie die geheimnißvollen Quellen des organischen Lebens zu erforschen.

Achter Brief.

In meinem vorigen Briefe erwähnte ich Ihnen, daß uns die Elemente der Alten nur noch als Symbole gelten, für die Formen oder Zustände, in welchen sich uns die Materie darstellt; ich kann jetzt hinzufügen, daß diese Zustände der Körper nur relativ beständig sind, und daß die neuere Chemie weder etwas absolut Festes, noch Flüssiges, noch Luftförmiges anerkennt. In dem stärksten Feuer unserer Oefen kann zwar Platin, oder Thonerde, oder Bergkrystall nicht geschmolzen werden, allein wie Wachs schmelzen sie in der Hitze des Knallgasgebläses und von den 28 Gasen kennt man 25 in der Form von Flüssigkeiten, eins davon sogar in der Form eines festen Körpers.

Das Mariotte'sche Gesetz, bis dahin für alle Gase als wahr angenommen, verlor seine allgemeine Gültigkeit. Nicht bei allen Gasen nimmt das Volumen ab in dem nämlichen Verhältniß, als der Druck, durch den man sie

comprimirt, zunimmt; die meiſten freilich nehmen unter doppeltem, dreifachem Druck nur die Hälfte oder ein Drittel ihres früheren Raumes ein, aber ſchon bei vierfachem Druck iſt bei dem ſchwefligſauren Gas, bei dem Cyangas, die Raumverminderung dem Druck nicht mehr entſprechend, ſie iſt weit größer. Auf ein Sechstel ſeines Volumens bei gewöhnlichem Luftdruck comprimirt, hört das Ammoniakgas, und auf $\frac{1}{36}$ zuſammengepreßt, hört das kohlenſaure Gas auf, dem Mariotte'ſchen Geſetz zu folgen. Dieſen Preſſionen ausgeſetzt, verliert ein Theil dieſer Gaſe ſeine Luftform, ſie nehmen die Geſtalt von tropfbaren Flüſſigkeiten an, die im Moment, wo der Druck abnimmt, ſich wieder vergaſen.

Die Apparate, deren ſich der Chemiker bedient, um die Gaſe in flüſſigen Zuſtand zu verſetzen, ſind bewundernswürdig durch ihre Einfachheit: ein künſtlich hervorgebrachter hoher Kältegrad oder eine einfache Glasröhre, knieförmig gebogen, erſetzt ihm die kräftigſten Compreſſionsmaſchinen. In einer offenen Glasröhre erhitzt, zerlegt ſich Cyanqueckſilber in Cyangas und metalliſches Queckſilber; in einer an beiden Enden hermetiſch geſchloſſenen Röhre geht die Zerſetzung durch die Hitze nach wie vor von ſtatten, allein das Cyangas kann nicht entweichen, es findet ſich in einem Raum eingeſchloſſen, welcher mehrere hundertmal kleiner iſt, als der Raum, den es bei offener Röhre, unter dem gewöhnlichen Luftdruck einneh-

men würde; die natürliche Folge davon ist, daß der bei weitem größte Theil des Gases, bei schwacher Abkühlung an dem nicht erhitzten Theil flüssigen Zustand annimmt. Wir übergießen in einem offenen Gefäße Kalkstein mit Schwefelsäure, und sehen das Gas unter Aufbrausen entweichen; diese Zersetzung in einem hinreichend starken verschlossenen Gefäße von Eisen vorgenommen, liefert uns Pfunde von flüssiger Kohlensäure. Unter einem Druck von 36 Atmosphären scheidet sich die Kohlensäure von den Körpern, mit denen sie verbunden ist, als Flüssigkeit ab.

Jedermann hat durch die Zeitungen Kenntniß von den merkwürdigen Eigenschaften dieser flüssigen Kohlensäure erhalten. Ein dünner Strahl derselben, den man in die Luft ausströmen läßt, nimmt mit außerordentlicher Schnelligkeit seinen frühern Gaszustand wieder an und der sich vergasende Theil entzieht dem flüssig gebliebenen eine so große Menge Wärme, daß dieser zu einem weißen Schnee erstarrt. Man hielt in der That diese krystallinische Substanz für wirklichen Schnee, für in der Luft erstarrten Wasserdampf; allein die nähere Untersuchung zeigte bald, daß es reine gefrorne Kohlensäure war. Den gewöhnlichen Vorstellungen ganz entgegen, übt diese feste Kohlensäure auf die Umgebungen nur einen sehr geringen Druck aus. Während die flüssige Säure, in einer Glasröhre eingeschlossen, beim Oeffnen derselben mit einer

Explosion, welche die Röhre in zahllose Stücke zertrümmert, wieder zu Gas wird, läßt sich die feste Kohlensäure auf die Hand zwischen die Finger nehmen, ohne daß man etwas Anderes als ein sehr starkes Gefühl von Kälte spürt. In der so großen Nähe, in der sich die Theile der festen Kohlensäure befinden, zeigt sich die sonst ganz unmerkliche Cohäsionskraft der Gase in ihrer ganzen Stärke, sie setzt dem Streben, Gasform wieder anzunehmen, einen Widerstand entgegen, der erst nach und nach überwunden wird, sie nimmt erst allmählich wieder Gasform an, in dem Maaße, wie sie Wärme aus ihren Umgebungen erhält. Der Kältegrad oder, wenn man will, die Abkühlung, welche die umgebenden Materien durch die Vergasung der festen Kohlensäure erfahren, ist unmeßbar groß. Zehn, zwanzig und mehr Pfunde Queckſilber werden in Berührung mit einem Gemenge von Aether und fester Kohlensäure in einigen Augenblicken fest und hämmerbar. Die künftige Generation wird diese merkwürdigen Versuche nicht mehr zu sehen bekommen, denn ein trauriges Beispiel hat die außerordentliche Gefahr der Darstellung der Kohlensäure in so großen Mengen augenscheinlich gemacht. Unmittelbar vor dem Beginn der Vorlesung zersprang während der Bereitung in dem Laboratorium der polytechnischen Schule zu Paris der eiserne Cylinder (von 2½ Fuß Länge und 1 Fuß Durchmesser), in dem man die Kohlensäure entwickelt hatte, und die Bruchstücke

desselben, mit der furchtbarsten Gewalt aus einander fahrend, schlugen dem anwesenden Assistenten beide Beine ab, was seinen Tod zur Folge hatte. Man kann nicht ohne Grausen an das Unglück denken, welches das Zerspringen dieses Gefäßes von dem stärksten Gußeisen, ganz ähnlich einer Kanone, in einem von Zuhörern vollgepfropften Saale verursacht haben würde, und dieses Gefäß hatte oftmals schon zu der nämlichen Darstellung gedient, was in der Idee jeden Schatten von Gefahr beseitigte.

Seitdem man weiß, daß die meisten Gase durch Druck oder Kälte flüssig werden, war die so merkwürdige Eigenschaft der porösen Kohle, ihr zehn- bis zwanzigfaches, bei manchen Gasen, wie bei Ammoniak- und Salzsäuregas, sogar ihr 70- bis 90faches Volumen einzusaugen und zu verdichten, kein Räthsel mehr. Diese Gase befinden sich in den Poren der Kohle in einem mehrere hundertmal kleinern Raum eingeschlossen; es konnte nicht bezweifelt werden, sie waren zum Theil flüssig geworden, oder hatten festen Zustand angenommen. Wie in tausend andern Fällen ersetzte hier die chemische Action die mechanischen Kräfte; der Begriff von Adhäsion erhielt eine größere Ausdehnung, bisher war damit eine Zustandsänderung nicht vereinbar, jetzt war die Ursache des Anhaftens eines Gases an der Oberfläche eines festen Körpers der Gegensatz der Auflösung.

Das kleinste Theilchen eines Gases, der Luft z. B.,

kann durch den bloßen mechanischen Druck in einen tausendmal kleinern Raum zusammengepreßt werden: seine Masse verhält sich gegen die meßbare Fläche eines festen Körpers, wie die eines Hollundermarkkügelchens zu einem Berge. Durch die bloße Massenwirkung, als Effect der Schwere, müssen die Gastheilchen von dem festen Körper angezogen werden und an seiner Oberfläche haften. Kommt nun dazu noch eine, wenn auch nur schwache, chemische Wirkung, so können die coërciblen Gase ihren Zustand nicht behaupten.

Die Verdichtung der Luft auf einem Quadratzoll Fläche ist freilich nicht meßbar, denken wir uns aber eine Oberfläche von einigen hundert Quadratschuh von einem festen Körper, in einem Raum von einem Kubikzoll, und diesen in ein begrenztes Volumen Gas gebracht, so sieht man, daß alle Gase ohne Unterschied an Volumen abnehmen, sie werden, wie man sagt, absorbirt; die Poren von einem Kubikzoll Kohle haben im geringsten Fall eine Oberfläche von 100 Quadratfuß; ihre Eigenschaft, Gase zu absorbiren, nimmt bei den verschiedenen Kohlenarten mit der Anzahl ihrer Poren in einem begrenzten Raume zu, d. h. die mit großen Poren absorbiren weit weniger als die Kohlen mit kleinen Poren. So sind denn alle porösen Materien, die porösen Gebirgs- und Steinarten, die Ackerkrume, wahre Luft- und damit Sauerstoffsauger; jedes kleinste Theilchen davon umgibt sich mit einer eige-

nen Atmosphäre von verdichtetem Sauerstoff, und finden sich in seiner Nähe andere Materien vor, die sich mit diesem Sauerstoff verbinden können, kohlenstoff- und wasserstoffhaltige Körper z. B., so verwandeln sich diese in Nahrungsstoff für die Vegetation, in Kohlensäure und Wasser. Die Wärme-Entwicklung bei dem Auffangen dieser Luft oder des Wasserdampfes oder beim Benetzen der Erde durch Regen ist als Folge einer Verdichtung durch eben diese Flächenwirkungen erkannt.

Den merkwürdigsten Sauerstoffsauger hat man in dem metallischen Platin gefunden. Dieses glänzende, weiße Metall läßt sich bei seiner Abscheidung aus Flüssigkeiten in so hohem Grade fein zertheilt darstellen, daß seine kleinsten Theile das Licht nicht mehr spiegeln, es sieht alsdann schwarz wie Kienruß aus. In diesem Zustand absorbirt es mehr wie 800mal von dem Volumen seiner Poren an Sauerstoffgas, und dieser Sauerstoff muß sich darin in einem Zustande der Verdichtung befinden, welcher dem von flüssigem Wasser sehr nahe steht.

In diesem Zustande, wo seine kleinsten Theile einander so außerordentlich genähert sind, lassen sich die Eigenschaften von allen verdichteten Gasen am augenscheinlichsten darthun, ihr chemischer Charakter tritt in dem Grade mehr hervor, als ihr physikalischer Charakter abnimmt. Der letztere liegt in dem unausgesetzten Streben ihrer kleinsten Theilchen, sich von einander zu entfernen, und da

die chemische Action erst in einer gewissen Nähe sich thätig zeigt, so ist leicht zu ermessen, daß die Elasticität der Gase ein Haupthinderniß für die Aeußerung der chemischen Action ist. In dem Zustand der aufgehobenen Repulsion, in den die Gase in den Poren oder an der Oberfläche eines festen Körpers sich versetzt finden, äußert sich ihre ganze chemische Thätigkeit. Verbindungen, welche der Sauerstoff im gewöhnlichen Zustande nicht einzugehen, Zersetzungen, die er nicht zu bewirken vermochte, sie gehen in den Poren des Platins, welche den verdichteten Sauerstoff enthalten, mit der größten Leichtigkeit vor sich. In diesem Platinschwarz, selbst in dem Platinschwamm, hat man in der That ein Perpetuum mobile, eine Uhr, welche, abgelaufen, sich wieder von selbst aufzieht, eine Kraft, die sich nie erschöpft, Wirkungen der mächtigsten Art, die sich ins Unendliche hinaus wieder erneuern. Wir lassen Wasserstoffgas auf Platinschwamm strömen, dessen Poren verdichtetes Sauerstoffgas enthalten, so verbinden sich beide Gase bei ihrem Contact mit einander, in dem Innern des Platinschwamms bildet sich Wasser, und die unmittelbare Folge dieser Wasserbildung, der Verbrennung von Wasserstoff, ist ein Freiwerden von Wärme, ein Glühendwerden des Platins, das nachströmende Gas entflammt sich. Unterbrechen wir den Strom des brennbaren Gases, so füllen sich in einem nicht meßbaren Augenblick die entleerten Poren des Platins mit Sauerstoffgas wieder an, und die

nämliche Erscheinung läßt sich zum zweitenmal, ja ins Unendliche fort wiederkehren machen.

Eine Menge von Erscheinungen, die bis dahin völlig unerklärlich geblieben waren, haben durch die Entdeckung dieses Verhaltens fester und namentlich poröser Körper die schönste und befriedigendste Erklärung gefunden. Die Verwandlung des Weingeistes in Essig, unsere jetzige Schnellessigfabrikation, gewiß einer der wichtigsten Zweige der landwirthschaftlichen Fabrikation — sie beruhen heutzutage auf den Grundsätzen, zu denen man durch das genaue Studium der erwähnten Eigenschaften gelangt ist.

Neunter Brief.

Die Fabrikation der Soda aus gewöhnlichem Kochsalz kann als die Grundlage des außerordentlichen Aufschwunges betrachtet werden, welchen die moderne Industrie nach allen Richtungen genommen hat; sie wird Ihnen, hoffe ich, ein instructives Beispiel des innigen Zusammenhanges gewähren, welcher die verschiedensten Zweige der Industrie und des Handels unter einander und wiederum mit der Chemie verbindet.

Die Soda oder ihr Hauptbestandtheil, das Natron, dient in Frankreich seit undenklichen Zeiten zur Bereitung der Seife und des Glases, zweier Producte der chemischen Industrie, durch welche an und für sich schon sehr große Capitalien in Bewegung gesetzt werden. — Die Seife ist ein Maaßstab für den Wohlstand und die Cultur der Staaten. Diesen Rang werden ihr freilich die Nationalökonomen nicht zuerkennen wollen, allein nehme man es im Scherz oder Ernst, soviel ist gewiß, man kann bei

Vergleichung zweier Staaten von gleicher Einwohnerzahl mit positiver Gewißheit denjenigen für den reicheren, wohlhabenderen und cultivirteren erklären, welcher die meiste Seife verbraucht, denn der Verkauf und Verbrauch derselben hängt nicht von der Mode, nicht von dem Kitzel des Gaumens ab, sondern von dem Gefühl des Schönen, des Wohlseins, der Behaglichkeit, welches aus der Reinlichkeit entspringt. Wo dieser Sinn neben den Anforderungen anderer Sinne berücksichtigt und genährt wird, da ist Wohlstand und Cultur zugleich. Die Reichen des Mittelalters, welche mit wohlriechenden kostbaren Specereien die üble Ausdünstung ihrer Haut und Kleider, die niemals mit Seife in Berührung kamen, zu ersticken wußten, trieben im Essen und Trinken, in Kleidern und Pferden größern Luxus als wir; aber welche Kluft bis zu uns, wo Schmutz und Unreinlichkeit gleichbedeutend sind mit Elend und dem unerträglichsten Mißgeschick! — Die Seife gehört endlich zu denjenigen Producten, deren Capitalwerth unausgesetzt aus der Circulation verschwindet und wieder erneuert werden muß, es ist eins der wenigen Producte der Industrie, welche nach dem Gebrauch, wie Talg und Oel, die man als Erleuchtungsmittel verbrennt, absolut werthlos werden. Mit alten Glasscherben kann man Fensterscheiben und mit Lumpen Kleider kaufen, mit Seifenwasser läßt sich aber nichts anfangen. Eine Ausmittelung des Capitals, welches durch die Seifensiederei

im Umlauf erhalten wird, wäre von großem Interesse, denn es ist sicher ebenso bedeutend, als dasjenige, welches im Kaffeehandel circulirt, mit dem Unterschiede, daß das Capital der Seifenfabrication auf unserm Grund und Boden entsteht.

Für Soda allein gingen von Frankreich aus jährlich 20—30 Millionen Franken nach Spanien, denn die spanische Soda war die beste. Der Preis der Seife und des Glases stieg während der Kriege mit England beständig, alle Fabrikationen litten darunter. Das heutige Verfahren der Darstellung der Soda aus Kochsalz, welches Frankreich bereicherte, wurde damals von Le Blanc entdeckt, allein den großen Preis, welchen Napoleon auf diese Entdeckung gesetzt hatte, erhielt er nicht; die Restauration kam dazwischen, sie erkannte die Schuld nicht an, man hatte dringendere Schulden zu bezahlen und so verjährte sie dann.

In ganz kurzer Zeit nahm die Sodafabrikation in Frankreich einen ungewöhnlichen Aufschwung, in dem größten Maaßstab entwickelte sie sich an dem Sitz der Seifenfabrikation. Marseille besaß, wiewohl nur auf kurze Zeit, das Monopol der Seife- und Sodafabrikation zugleich. Der Haß einer erbitterten Bevölkerung, die ihre Haupterwerbsquelle, den Sodahandel, unter Napoleon eingebüßt hatte, kam durch eine seltene Vereinigung von Umständen der nachfolgenden Regierung zu gut.

Um das Kochsalz in kohlensaures Natron überzuführen, muß es — dieß ist der Gang der Fabrikation — vorher in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) verwandelt werden; hierzu sind auf 100 Pfund Kochsalz im Durchschnitt 80 Pfund concentrirte Schwefelsäure erforderlich. Man sieht wohl ein, nachdem der Preis des Kochsalzes auf ein Minimum reducirt war, wozu sich die Regierung auf's bereitwilligste entschloß, wurde der Preis der Soda abhängig von dem der Schwefelsäure.

Die Nachfrage nach Schwefelsäure stieg ins Ungeheure, von allen Seiten flossen die Capitalien diesem gewinnreichen Gewerbszweige zu, die Entstehung und Bildung der Schwefelsäure wurde auf das genaueste studirt, man kam von Jahr zu Jahr auf bessere, einfachere und wohlfeilere Gewinnungsmethoden. Mit jeder neuen Verbesserung fiel der Preis der Schwefelsäure und ihr Absatz nahm im nämlichen Verhältniß zu. Die Gefäße, worin man die Schwefelsäure darstellt, sind von Blei, ihr Umfang ist jetzt so gewachsen, daß man in eins dieser Gefäße (Bleikammer) ganz bequem ein mäßig großes zweistöckiges Haus stellen kann. Was das Verfahren und die Apparate betrifft, so hat die Schwefelsäurefabrikation ihren Culminationspunkt erreicht, sie kann kaum weiter verbessert werden. Das Löthen der Bleiplatten mit Blei (Zinn und gemischte Lothe würden zerfressen werden) kostete früher beinahe so viel wie die Platten selbst; jetzt,

wo man sich des Knallgasgebläses dazu bedient, können zwei Platten mit einander durch ein Kind verbunden werden. Aus 100 Pfund Schwefel kann man der Rechnung nach nur 306 Pfund Schwefelsäure darstellen: man gewinnt 300 Pfund; man sieht, der Verlust ist nicht der Rede werth. —

Nebst dem Schwefel hatte früher auf den Preis der Schwefelsäure einen Haupteinfluß der zu dieser Fabrikation unentbehrliche Salpeter. Man brauchte freilich auf zehn Centner Schwefel nur einen Centner Salpeter, allein der letztere kostete viermal soviel als ein gleiches Gewicht Schwefel. Auch dieß hat sich geändert.

Reisende hatten in Peru in dem District von Atakama in der Nähe des kleinen Hafenplatzes Yquique mächtige Salzauswitterungen entdeckt, als deren Hauptbestandtheil die chemische Analyse salpetersaures Natron nachgewiesen hatte; der Handel, der mit seinen Polypenarmen die Erde umstrickt und überall neue Quellen des Erwerbs für die Industrie eröffnet, bemächtigte sich dieser Entdeckung, die Vorräthe dieses kostbaren Salzes erwiesen sich als unerschöpflich, man fand Lager von mehr als vierzig Quadratmeilen Ausdehnung, es wurden Massen davon zu Preisen nach Europa gebracht, welche noch nicht die halben Frachtkosten des indischen Salpeters (Kalisalpeters) erreichten, und da in der chemischen Fabrikation weder das Kali noch das Natron, sondern nur die damit ver-

bundene Salpetersäure in Anschlag kam, so verdrängte in unglaublich kurzer Zeit der Chilisalpeter den indischen oder Kalisalpeter so gut wie ganz aus dem Handel. Die Schwefelsäurefabrikation gewann einen neuen Aufschwung, ohne Nachtheil für den Fabrikanten sank ihr Preis fortdauernd; jetzt ist derselbe so gut wie stationär geworden, nachdem die unterdrückte Schwefelausfuhr aus Sicilien ihn für einige Zeit im Schwanken erhalten hatte. — Die verminderte Nachfrage nach Salpeter erklärt sich jetzt leicht: nur zur Pulverfabrikation wird jetzt noch Salpeter verwendet, und wenn die Regierungen Hunderttausende an dem Preise des Pulvers ersparen, so verdanken sie dieß der Schwefelsäurefabrikation.

Um sich eine Vorstellung über den Verbrauch der Schwefelsäure zu machen, reicht es hin, zu erwähnen, daß eine kleine Schwefelsäurefabrik 5000 Centner, eine mäßig große 20,000 Centner Schwefelsäure in den Handel bringt; es gibt Fabriken, welche 60,000 Centner jährlich produciren. Durch die Schwefelsäurefabrikation fließen ungeheure Summen nach Sicilien, sie brachte in die öden Gegenden Atakama's Gewerbsfleiß und Wohlstand, sie ist es, welche die Platingewinnung in Rußland gewinnreich macht, denn die Concentrationsgefäße der Schwefelsäurefabrikanten sind von Platin, und ein jeder Kessel kostet 10 — 20,000 Gulden; das immer schönere und wohlfeilere Glas, unsere vortreffliche Seife, sie wer-

den heutzutage nicht mehr mit Asche, sondern mit Soda dargestellt. Unsere Asche fließt als der kostbarste und nützlichste Dünger unsern Feldern und Wiesen zu.

Es ist unmöglich, alle Fäden dieses wunderbaren Gewebes der Industrie im Einzelnen zu verfolgen, allein es sollen einige der unmittelbaren weitern Folgen der chemischen Gewerbe hier noch erwähnt werden. Es ist berührt worden, daß das Kochsalz in Glaubersalz verwandelt werden muß, ehe es zur Natronfabrikation verwendet werden kann; durch die geeignete Behandlung mit Schwefelsäure erhält man daraus Glaubersalz, und man gewinnt hierbei als Nebenproduct das anderthalbfache bis doppelte Gewicht der Schwefelsäure an rauchender Salzsäure, eine Quantität im Ganzen, die ins Ungeheure steigt. — In der ersten Zeit war die Fabrikation der Soda so gewinnreich, daß man sich gar nicht die Mühe gab, die Salzsäure aufzufangen, sie besaß keinen Handelswerth; einer Menge nützlicher Anwendungen fähig, änderte sich dieß Verhältniß bald. — Die Salzsäure ist eine Chlorverbindung; aus keinem Material läßt sich reineres und wohlfeileres Chlor darstellen, wie aus Salzsäure. Die Anwendbarkeit des Chlors zum Bleichen der Zeuge war längst bekannt, aber im Großen niemals in Ausführung gebracht worden. Man fing an, die Salzsäure in der Form von Chlor zum Bleichen der Baumwollenstoffe zu benutzen, man lernte das Chlor durch

Verbindung mit Kalk in eine auf weite Strecken hin versendbare Form bringen; ein neuer, höchst einflußreicher Erwerbszweig erhob sich, und kaum möchte sich in England ohne den Bleichkalk die Fabrikation der Baumwollenzeuge auf die so außerordentliche Höhe erhoben haben, auf der wir sie kennen; auf die Dauer hin konnte dieses Land mit Deutschland und Frankreich in dem Preis der Baumwollenstoffe nicht concurriren, wäre es auf die Rasenbleiche beschränkt und angewiesen geblieben. Zur Rasenbleiche gehört vor allen Dingen Land, und zwar gut gelegene Wiesen; jedes Stück Zeug muß in den Sommermonaten wochenlang der Luft und dem Licht ausgesetzt, es muß durch Arbeiter unaufhörlich feucht erhalten werden. Eine einzige, nicht sehr bedeutende Bleicherei in der Nähe Glasgows (Walter Crums) bleicht täglich 1400 Stücke Baumwollzeug, Sommer und Winter hindurch. Um diese colossale Anzahl von Stücken Zeug, die diese einzige Bleicherei den Fabrikanten jährlich liefert, fertig zu bringen, welches ungeheure Capital würde in der Nähe der volkreichen Stadt zum Ankauf des Grund und Bodens gehören, den man nöthig hätte, um diesem Zeug zur Unterlage zu dienen! Die Zinsen dieses Capitals würden einen sehr merklichen Einfluß auf den Preis des Stoffes haben, einen Einfluß, der in Deutschland kaum fühlbar wäre.

Mit Hülfe des Bleichkalks bleicht man die Baum-

wollzeuge in wenigen Stunden mit außerordentlich geringen Kosten, und in den Händen geschickter und intelligenter Menschen leiden die Zeuge hierdurch weit weniger als durch die Rasenbleiche. Jetzt schon bleichen die Bauern im Odenwald mit Bleichkalk und finden ihren Vortheil dabei. — So dient die wohlfeile Salzsäure unter andern — wer sollte es sich denken? — zur Fabrikation des Leims aus Knochen, welche im Durchschnitt 30 bis 36 Procent davon enthalten. Knochenerde (phosphorsaurer Kalk) und Leim sind die Bestandtheile der Knochen; die erstere ist in schwacher Salzsäure leicht löslich, der Leim wird davon nicht merklich angegriffen. Man läßt die Knochen in schwacher Salzsäure so lange stehen, bis sie durchscheinend und biegsam wie das geschmeidigste Leder werden; von aller anhängenden Salzsäure durch sorgfältiges Waschen befreit, hat man jetzt Stücke Leim von der Form der Knochen, die ohne weiteres in heißem Wasser gelöst, zu allen Anwendungen tauglich sind.

Eine höchst wichtige Anwendung der Schwefelsäure kann hier nicht unerwähnt gelassen werden: es ist die zum Affiniren des Silbers und zur Gewinnung des im Silber nie fehlenden Goldes. Unter dem Proceß des Affinirens versteht man bekanntlich die Reindarstellung des Silbers, seine Scheidung nämlich von Kupfer. Wir erhalten aus den Bergwerken 8- bis 10löthiges Silber, was in 16 Lothen (1 Mark) also 6 bis 8 Loth Kupfer

enthält. Unser Münz- und Werksilber enthält in der Mark 12 bis 13 Loth Silber, was in den Münzstätten durch Legirung von bergfeinem Silber mit Kupfer in dem bestimmten Verhältnisse dargestellt wird. Das Rohsilber muß zu diesem Zweck in bergfeines verwandelt, affinirt werden. Früher geschah dieß durch den Saigerungsproceß und durch das Abtreiben mit Blei; es war dazu ein Kostenaufwand nöthig, der für die 100 Mark Silber etwa zwanzig Gulden betrug. In dem auf diese Weise gereinigten Silber blieb aber $\frac{1}{1200}$ bis $\frac{1}{2000}$ Gold zurück, dessen Scheidung durch die Quart die Kosten nicht lohnte; dieses Gold circulirte in unsern Münzen und Geräthen völlig werthlos, und der größte Theil des Kupfers ging für den Besitzer des Rohsilbers gänzlich verloren. Diese Verhältnisse haben sich jetzt auf eine überraschende Weise geändert. Das Tausendstel Gold im Rohsilber macht nämlich etwas mehr wie $1\frac{1}{2}$ Procent vom Silberwerth aus, was nicht allein die Kosten des Affineurs deckt, sondern ihm auch noch einen erklecklichen Gewinn gewährt. So tritt denn der sonderbare Fall ein, daß wir dem Affineur Rohsilber geben, für welches er uns den durch die Probe genau ausgemittelten Gehalt an feinem Silber, so wie das Kupfer wieder liefert, ohne daß wir ihm für seine Arbeit scheinbar etwas bezahlen: er ist bezahlt durch den Goldgehalt unsers Silbers, den er zurückbehält.

Die Affinirung des Silbers nach dem neuen Verfahren iſt eine der ſchönſten chemiſchen Operationen. Das granulirte Metall wird in concentrirter Schwefelſäure gekocht, wo ſich Silber und Kupfer auflöſen, während alles Gold als ſchwarzes Pulver beinahe rein zurückbleibt. Die Auflöſung enthält Silber- und Kupfervitriol. Man bringt ſie in Tröge von Blei, wo ſie mit altem Kupfer in Berührung gelaſſen wird. Eine Folge davon iſt, daß ſich das aufgelöſte Silber völlig rein und vollkommen ausſcheidet, während von dem Kupfer eine gewiſſe Portion in Auflöſung tritt: man hat alſo zu Ende der Operation reines metalliſches Silber und Kupfervitriol, der zur Darſtellung grüner und blauer Farben dient und einen beträchtlichen Handelswerth beſitzt.

Es würde die Gränze dieſer Skizze überſchreiten, wenn man alle Anwendungen der Schwefelſäure, der Salzſäure und des Natrons hier in ihren äußerſten Verzweigungen verfolgen wollte; allein kaum dürfte man vermuthen, daß die ſo ſchönen Stearinſäurekerzen, unſere ſo wohlfeilen Phosphorfeuerzeuge (die vortrefflichen Reibzündhölzchen) je in Gebrauch gekommen ſein würden, ohne die ſo außerordentliche Vervollkommnung der Schwefelſäurefabrikation. Die jetzigen Preiſe der Schwefelſäure, Salzſäure, Salpeterſäure, der Soda, des Phosphors ꝛc. würde man vor fünfundzwanzig Jahren für fabelhaft erklärt haben: wer kann vorausſehen, welche

neuen Fabrikationen wir in weitern fünfundzwanzig Jahren erhalten werden? — Man wird nach dem Vorhergehenden die Behauptung nicht für übertrieben halten, daß die chemische Industrie eines Landes mit großer Genauigkeit nach der Anzahl von Pfunden Schwefelsäure beurtheilt werden kann, die man in diesem Lande verbraucht. In dieser Beziehung gibt es keine Fabrikation, welche von Seite der Regierungen eine größere Beachtung verdient. Daß England sich zu so extremen Schritten gegen Neapel wegen des Schwefelhandels entschloß, lag ganz einfach in dem Druck, den die gesteigerten Schwefelpreise auf die Preise der gebleichten und gedruckten Baumwollenzeuge, der Seife und des Glases ausübten. Wenn man erwägt, daß England zum Theil Amerika, Spanien, Portugal, den Orient und Indien mit Glas und Seife versieht, daß es dagegen Baumwolle, Seide, Wein, Rosinen, Korinthen und Indigo eintauscht, daß zuletzt der Sitz der Regierung, London, der Hauptstapelplatz für den Handel mit Wein und Seide ist, so wird man die Bemühungen der englischen Regierung um die Aufhebung des Monopols des Schwefelhandels erklärlich finden.

Es war Zeit für Sicilien, daß ein seinen wahren Interessen so entgegengesetztes Verhältniß so bald ausgeglichen wurde, denn hätte es einige Jahre länger gedauert, so wäre sein ganzer Reichthum an Schwefel für

das Königreich höchst wahrscheinlich völlig wertlos geworden. Wissenschaft und Industrie bilden heutzutage eine Macht, die von Hindernissen nichts weiß. Aufmerksame Beobachter konnten leicht den Zeitpunkt bestimmen, wo die Ausfuhr des Schwefels aus Sicilien aufhören mußte. Es sind in England fünfzehn Patente genommen worden auf Verfahrungsweisen, um den Schwefel bei der Sodafabrication wieder zu gewinnen und um ihn rückwärts wieder in Schwefelsäure zu verwandeln. Vor dem Schwefelmonopol dachte Niemand an eine Wiedergewinnung; die Vervollkommnung dieser fünfzehn gelungenen Versuche wäre sicher nicht ausgeblieben, und die Rückwirkung auf den Schwefelhandel muß auch dem Befangensten einleuchtend sein. Wir besitzen Berge von Schwefelsäure im Gyps und Schwerspath, von Schwefel im Bleiglanz, im Schwefelkies; mit den steigenden Schwefelpreisen kam man darauf, den Schwefel dieser Naturproducte für den Handel zu gewinnen; man stellte sich die Ausmittlung des wohlfeilsten Weges zur Aufgabe, um diese Materien für die Schwefelsäurefabrikation tauglich zu machen. Tausende von Centnern Schwefelsäure wurden bei den hohen Schwefelpreisen aus Schwefelkies gewonnen; man würde dahin gelangt sein, die Schwefelsäure aus dem Gyps zu ziehen, freilich nicht ohne viele Hindernisse zu besiegen, allein sie würden überwunden worden sein. Der Impuls ist jetzt gegeben, die

Möglichkeit des Gelingens dargethan; wer weiß, welche schlimme Folgen sich aus einer unvernünftigen Finanzspeculation für Neapel in wenigen Jahren entwickeln werden! Es mag ihm leicht gehen wie Rußland, das sich durch sein Prohibitivsystem um seinen Handel mit Talg und Potasche ganz und gar gebracht hat. Nur durch die Noth gezwungen kauft man Waaren in einem Lande, welches unsere eignen Waaren von seinem Verkehr ausschließt. Anstatt hunderttausenden von Centnern Talg und Hanföl, verbraucht jetzt England hunderttausende von Centnern Palmbutter und Cocosöl, die es nicht von Rußland erhält. Die Aufstände der Arbeiter gegen die Fabrikbesitzer, des höhern Taglohns wegen, haben zu den bewundernswürdigen Maschinen geführt, durch die sie entbehrlich wurden. So straft sich im Handel und in der Industrie jede Unklugheit von selbst, und jeder Druck, jede Sperrung des Verkehrs wirft auf das Land am fühlbarsten zurück, von dem sie ausgeht.

Zehnter Brief.

Sie werden mir beipflichten, wenn ich es als ein großes Glück für die menschliche Gesellschaft ansehe, daß eine jede neue Idee, die sich in Gestalt einer nützlichen Maschine oder eines Gegenstandes des Handels oder der Industrie bringen läßt, ihre Anhänger findet, die ihre Kräfte und Talente, ihr Hab und Gut daran setzen, um sie zu verwirklichen. Selbst wenn sich diese Idee als unausführbar erweist, wenn sie in sich selbst später als absurd erkannt wird, so gehen aus diesen Bestrebungen nichtsdestoweniger andere wertvolle und nützliche Resultate hervor. Es ist damit in der Industrie, wie in der Naturforschung, in welcher die Theorien zu Arbeiten und Untersuchungen führen. Wenn man aber arbeitet, so macht man Entdeckungen: man gräbt auf Bernsteinseen und entdeckt Salzlager, man gräbt auf Eisen und findet weit wertvollere Erze.

So erwartet man denn in der neuesten Zeit von dem Elektromagnetismus wunderbare Dinge: er soll die

Locomotive auf unsern Eisenbahnen in Bewegung setzen mit einem so geringen Aufwand an Kosten, daß diese gar nicht mehr in Betracht kommen. England wird sein Uebergewicht als Manufacturstaat einbüßen, denn was nützen ihm seine Kohlen? Wir haben wohlfeiles Zink, und wie wenig Zink gehört dazu, um eine Drehbank, und demzufolge eine andere Maschine in Bewegung zu setzen! Alles dieß ist lockend und verführerisch, und so muß es denn auch sein, denn Niemand würde sich sonst damit beschäftigen; allein es sind zum größten Theil Illusionen, welche darauf beruhen, daß man sich noch nicht die Mühe gegeben hat, Vergleichungen anzustellen. Mit einer einfachen Spiritusflamme, die man unter ein passendes Gefäß mit siedendem Wasser setzt, kann man einen kleinen Wagen von 2—300 Pfund in Bewegung setzen, oder ein Gewicht von 80—100 Pfund auf eine Höhe von 20 Fuß heben. Alles dieß kann man nun auch durch ein Stück Zink, das man in einem gewissen Apparate in verdünnter Schwefelsäure sich lösen läßt. Gewiß ist dieß eine höchst überraschende und wunderbare Entdeckung; allein die Hauptfrage ist immer, welches von den beiden Mitteln zur Bewegung das wohlfeilste wohl sein mag?

Um diese Frage in ihrer richtigen Bedeutung aufzufassen, muß man sich an die Aequivalente der Chemiker erinnern. Es sind dieß gewisse unveränderliche, in Zah-

len ausdrückbare Wirkungswerthe, die einander proportional sind. Um eine gewisse Wirkung hervorzubringen, habe ich 8 Pfund Sauerstoff nöthig, und wenn ich für dieselbe Wirkung keinen Sauerstoff, sondern Chlor anwenden will, so muß ich davon nicht mehr und nicht weniger als 35½ Pfund nehmen. So sind 6 Pfund Kohle ein Aequivalent für 32 Pfund Zink. Diese Zahlen drücken ganz allgemeine Wirkungswerthe aus, die sich auf alle Thätigkeiten beziehen, welche sie zu äußern fähig sind. Wenn wir Zink, in einer gewissen Weise mit einem andern Metall verbunden, mit verdünnter Schwefelsäure in Berührung bringen, so löst es sich in der Form von Zinkoxyd auf; es verbrennt auf Kosten von Sauerstoff, den ihm die leitende Flüssigkeit darbietet. In Folge dieser chemischen Action beobachten wir die Entstehung eines elektrischen Stroms, der, durch einen Draht geleitet, diesen zu einem Magneten macht.

Durch die Auflösung von einem Pfund Zinks erhalten wir also eine gewisse Summe von Kraft, wodurch wir z. B. in Stand gesetzt werden, ein um so größeres Gewicht Eisen einen Zoll hoch in die Höhe zu heben und so lange schwebend zu erhalten, in je kürzerer Zeit die Auflösung des Zinks vollendet ist. Wir können ferner durch Unterbrechung und Wiederherstellung des Contacts des Zinks mit der Säure und durch umgekehrte Wirkung dem Eisengewicht eine Bewegung hin- und

berwärts oder auf- und abwärts geben, die Bedingung alſo ſchaffen, um eine Maſchine zu treiben.

Aus nichts kann keine Kraft entſtehen; in dem berührten Falle wiſſen wir, daß ſie durch Auflöſung (durch Oxydation) des Zinks hervorgerufen wird; allein abſtrahiren wir von dem Namen, den dieſe Kraft hier trägt, ſo wiſſen wir, daß ihre Wirkung in einer andern Weiſe hervorgebracht werden kann. Wenn wir nämlich das Zink unter dem Keſſel einer Dampfmaſchine, alſo in dem Sauerſtoff der Luft, anſtatt in der galvaniſchen Säule, verbrannt hätten, ſo würden wir Waſſerdampf, und damit eine gewiſſe Quantität Kraft hervorgebracht haben. Wir wollen nun annehmen — was keineswegs bewieſen iſt — die Kraftmenge ſei in beiden Fällen ungleich, man habe z. B. durch die galvaniſche Säule doppelt oder dreimal mehr Kraft gewonnen, oder, wenn man will, weniger Verluſt an Kraft gehabt, ſo muß man ſich erinnern, daß das Zink repräſentirt werden kann durch gewiſſe Aequivalente an Kohle. Nach den Verſuchen von Despres entwickeln 6 Pfund Zink, wenn ſie ſich mit Sauerſtoff verbinden, nicht mehr Wärme wie 1 Pfund Kohle; wir können alſo unter gleichen Bedingungen mit 1 Pfund Kohle ſechsmal ſo viel Kraft hervorbringen wie mit 1 Pfund Zink. Es iſt klar, die Kraftverluſte auf beiden Seiten gleichgeſetzt, würde es vortheilhafter ſein, Kohlen anzuwenden anſtatt Zink, ſelbſt wenn dieſes in

der galvanischen Säule viermal so viel Kraft entwickelte als ein gleiches Gewicht Kohle durch seine Verbrennung unter einem Dampfkessel liefert. Mit einem Wort, wenn wir die Kohlen, die wir zur Ausschmelzung des Zinks aus seinen Erzen gebrauchen, unter einer Dampfmaschine verbrennen, so werden wir damit höchst wahrscheinlich weit mehr Kraft hervorbringen als durch Zink, in welcher Form oder in welchem Apparat wir es auch verwenden mögen. Wärme, Elektricität und Magnetismus stehen in einer ähnlichen Beziehung zu einander wie die chemischen Aequivalente von Kohle, Zink und Sauerstoff. Durch ein gewisses Maaß von Elektricität bringen wir ein entsprechendes Verhältniß von Wärme oder von magnetischer Kraft hervor, die sich gegenseitig äquivalent sind. Diese Elektricität kaufe ich mit chemischer Affinität, die, in der einen Form verbraucht, Wärme, in der andern Elektricität oder Magnetismus zum Vorschein bringt. Mit einer gewissen Summe von Affinität bringen wir ein Aequivalent Elektricität hervor, gerade so wie wir umgekehrt durch ein gewisses Maaß von Elektricität Aequivalente von chemischen Verbindungen zur Zerlegung bringen. Die Ausgabe für die magnetische Kraft ist also hier die Ausgabe für die chemische Affinität. Zink und Schwefelsäure liefern uns die chemische Affinität in der einen, Kohlen und ein gehöriger Luftzug in der andern Form. Man darf sich nicht dadurch täuschen lassen,

daß man mit einem sehr kleinen Aufwand von Zink einen Eisendraht zu einem Magneten machen kann, der 1000 Pfund Eisen trägt; denn mit diesem Magnet sind wir nicht im Stande ein einziges Pfund Eisen 2 Zoll hoch in die Höhe zu heben, dieß will sagen, ihm eine Bewegung zu ertheilen. Der Magnet wirkt wie ein Felsen, der, ruhend, mit einem Gewichte von 1000 Pfund auf eine Unterlage drückt; es ist ein eingeschlossener See, der keinen Fall besitzt. Man hat ihm aber Abfluß und Fall zu geben gewußt — so kann man mir einwerfen — und ich halte dieß für einen Triumph der Mechanik; man wird dahin gelangen, ihm auch noch mehr Fall und eine größere Kraft zu geben, als man bis jetzt im Stande war; immer aber bleibt es gewiß, daß bis auf den Dampfkessel an keiner unserer Maschinen sich das Geringste ändern wird, und daß ein Pfund Kohle in diesem Augenblick noch unter einem Dampfkessel eine mehrere hundertmal schwerere Masse in Bewegung zu setzen vermag, als ein Pfund Zink in der galvanischen Säule *). Unsere

*) Nach einer Angabe in der Beilage der Allg. Zeitung Nr. 214 hat Jacobi 1838—1839 eine Maschine erbaut, durch welche eine Schaluppe von zwölf Mann in Bewegung gesetzt werden konnte, und deren Effect auf 600 Pud = 21,000 Pfund in einer Minute auf 1 Fuß Höhe gehoben geschätzt wurde. Dieser Effect kann mit dem auch der kleinsten Dampfmaschine noch nicht verglichen werden, denn er beträgt erst $^1/_4$ von einer Pferdekraft (1 Pferdekraft = 500 Pfund in 1 Secunde 1 Fuß in die Höhe gehoben).

Erfahrungen in diesen neuern Bewegungsmitteln sind noch zu jungfräulich, als daß sich voraussehen ließe, was sich daraus entwickeln wird. Möchten sich die Männer, die sich die Lösung dieses Problems zur Aufgabe gesetzt haben, nicht entmuthigen lassen; auch wenn wir nur die Gefahr der Dampfmaschinen damit beseitigen lernen, so ist dieß selbst bei dem doppelten Kostenaufwand schon ein großer Gewinn. Es gibt noch eine andere Art, um den Elektromagnetismus auf unsern Eisenbahnen höchst wichtigen Zwecken dienen zu machen. Denken wir uns in der That eine Vorrichtung, durch die wir willkürlich die Räder der Locomotive in starke Magnete verwandeln können, so werden wir mit Leichtigkeit alle Anhöhen übersteigen können. Dieser Vorschlag ist von Weber in Göttingen gemacht worden; er wird seine Früchte bringen.

Mit der galvanischen Säule als Bewegungsmittel mag es sich in einiger Zeit verhalten wie mit der Fabrikation des inländischen Zuckers und mit der des Leuchtgases aus Oel und Steinkohle.

Die Industrie hat, was den Rübenzucker betrifft, beinahe das Unmögliche geleistet; anstatt eines nach Rüben schmeckenden, schmierigen Zuckers, fabricirt man jetzt die schönste Raffinade, anstatt drei bis vier Procent, welche Achard erhielt, producirt man jetzt das Doppelte, ja sogar das Dreifache an Zucker, und dennoch wird sich diese schöne Fabrikation auf die Dauer hin nicht halten

können. In den Jahren 1824 bis 1827 waren die Verhältnisse anders. Damals kostete das Malter Waizen nicht über sechs Gulden, das Klafter Holz nicht über zehn Gulden. Der Grundbesitz war im Werthe sinkend. Der Preis des Zuckers war nicht niedriger wie jetzt. Damals war es vortheilhafter, Rüben anzupflanzen und den Waizen in der Form von Zucker zu verkaufen; man hatte wohlfeile Rüben, wohlfeiles Brennmaterial, und der Absatz an Zucker war unbegränzt. Wie sehr haben sich aber diese Verhältnisse geändert! Das Malter Waizen kostet zehn Gulden, das Klafter Holz achtzehn bis zwanzig Gulden, der Arbeitslohn ist mit diesen Preisen, wiewohl in kleinerem Verhältniß, gestiegen, der ausländische Zucker ist im Preise aber nicht gestiegen, sondern er ist im Gegentheil gefallen. Innerhalb der Gränze des Zollvereins, in Frankfurt z. B., kauft man das Pfund des schönsten weißen Hutzuckers zu einundzwanzig Kreuzer; rechnen wir davon ab eilf Kreuzer für Zoll (zehn Thaler per Centner), so kostet der raffinirte Zucker außerhalb zehn Kreuzer per Pfund. In Geld angeschlagen, bekam man 1827 für ein Malter Waizen vierzig Pfund Rohzucker (zu neun Kreuzer per Pfund), jetzt bekommt man für dieselbe Menge Waizen siebenzig Pfund Rohzucker. Bei gleichen Holzpreisen muß man, um mit gleichem Vortheil zu fabriciren, heute aus der nämlichen Quantität Rüben siebenzig Pfund Zucker gewinnen, aus

der man 1827 nur vierzig Pfund bekam; damals erhielt man im Maximum fünf Procent und jetzt nicht über sechs bis sieben Procent, und die Holzpreise sind außerordentlich gestiegen. Alle Verbesserungen, die man gemacht hat, decken diese Ausfälle nicht, und so wie die Verhältnisse eben sind, ist es weit vortheilhafter, Waizen zu bauen und dafür sich Zucker zu kaufen.

So lange die Rübenzuckerfabrikation Gegenstand eines landwirthschaftlichen Gewerbes blieb, konnte sie der Concurrenz mit dem Colonialzucker widerstehen: die Blätter, das Mark der Rüben blieben immer als Viehfutter anwendbar, und ihr Werth stieg natürlich mit den Getreidepreisen; allein die Zuckerfabrikation als Gegenstand der Speculation muß in sich selbst zerfallen. Nach dem Schützenbach'schen Verfahren, das die Speculanten mit so großer Begierde adoptirt haben, wird eine gewisse Summe für Brennmaterial verwendet, um alles Wasser aus den Rüben zu entfernen, sodann wird wieder Wasser gebraucht, um die getrockneten Rüben auszulaugen; die Verdampfung dieses Wassers kostet wieder Brennmaterial; zuletzt bleibt ein für die Viehfütterung ganz untauglicher Rückstand, der höchstens als Dungmittel dienen kann. Wir wollen nun eine kleine Rechnung stellen. Nach dem landwirthschaftlichen Verfahren erhält man von 100 Rüben 75 Pfund Saft, welche 5 Pfund Zucker lieferten. Nehmen wir nun an, die Schützen-

bach'sche Methode liefere 8 Pfund Zucker von 100 Rüben, so habe ich beim Trocknen der Rüben durchschnittlich 86 Pfund Wasser zu verdampfen, ich habe ferner zur vollständigen Auslaugung des trockenen Rückstandes 20 Pfund Wasser nöthig, die wieder verdampft werden, ich erhalte also in Summa aus 86+20=106 Pfund Flüssigkeit 8 Pfund Zucker, oder für 70 Pfund zu verdampfende Flüssigkeit etwas mehr wie 5¼ Pfund Zucker. Ich erhalte nun freilich aus dem gleichen Gewicht Rüben 3 Pfund Zucker mehr, aber auf diesen 3 Pfund lasten alle Kosten der Darstellung, ich kaufe sie ferner mit dem ganzen Werth des Rübenmarks, was ich verloren gebe, so daß sie theurer kommen, als wenn ich sie ganz einfach in Rüben kaufen würde.

Das Geld macht heutzutage nicht mehr den Reichthum eines Staates aus, und wenn wir in der Rheinebene ebenso reiche Diamantenlager hätten, wie zu Golkonda, Visapur oder wie in Brasilien, so würden sie schwerlich der Bearbeitung werth sein, weil die Bruttokosten ihrer Gewinnung, die an den genannten Orten sich für den Karat auf siebenzehn bis achtzehn Gulden durchschnittlich belaufen, drei- bis viermal soviel bei uns betragen würden. Für diesen Preis würde aber Niemand Diamanten haben wollen. Zu Zeiten, wo der Taglohn niedrig ist, beschäftigen sich im Badischen eine gewisse Anzahl Personen mit Goldwaschen aus dem Rheinsande:

so wie derselbe steigt, hört diese Erwerbsquelle auf, Vortheile darzubieten, und sie versiegt von selbst. So gewährte vor zwölf bis vierzehn Jahren die Rübenzuckerfabrikation Vortheile, die sie jetzt nicht mehr darbietet, und anstatt sie durch beträchtliche Opfer zu erhalten, ist es nationalökonomisch weit vernünftiger, andere werthvollere Producte zu bauen und dafür Zucker einzutauschen. Nicht bloß der Staat, sondern wir Alle gewinnen dabei. In Frankreich und Böhmen sind die Verhältnisse in den Preisen des Zuckers und Brennmaterials ganz anders wie bei uns, es lassen sich zwischen diesen Ländern und Deutschland keine Vergleiche anstellen.

Auf einem ebenso unfruchtbaren Boden steht bei uns die Fabrikation des Leuchtgases aus Steinkohlen, Harz und Oelen. Der Preis der Materialien, die zur Beleuchtung dienen, steht in England in geradem Verhältniß zu den Getreidepreisen; Talg und Oel sind nur andere Formen für Viehfutter und Grundrente. In England ist Talg und Oel um's Doppelte theurer, Eisen und Steinkohlen sind um zwei Drittel wohlfeiler wie bei uns, und selbst in diesem Lande bietet die Gasfabrikation nur dann Vortheile dar, wenn sich die abdestillirten Kohlen (die Kohks) verwerthen lassen.

Man würde es sicher als eine der größten Entdeckungen unseres Jahrhunderts betrachten, wenn es Jemanden gelungen wäre, das Steinkohlengas in einen wei-

sien, festen, trockenen, geruchlosen Körper zu verdichten, den man auf Leuchter stecken, von einem Platz zum andern tragen, oder in ein flüssiges, farb- und geruchloses Oel, das man in Lampen brennen könnte. Wachs, Talg und Oel sind aber brennbare Gase im Zustand von festen Körpern oder Flüssigkeiten, die uns gerade eine Menge Vortheile darbieten, welche das Gaslicht nicht besitzt; in wohlconstruirten Lampen gebrannt, entwickeln sie die nämliche Lichtmenge, ihrer Verbrennung geht unter allen Umständen eine Vergasung voraus, ohne daß man, wie in den Gasfabriken, hierzu eines besonderen Apparates nöthig hat. Für gewisse Zwecke, zur Beleuchtung von großen Städten, Gasthäusern, wo man Verluste durch gestohlenen Talg oder Oel, wo man ein Capital für das Putzen der Lampen in Rechnung zu nehmen hat, compensirt sich der höhere Preis des Gaslichts, aber auch selbst dann liegt ein großer Theil des Nutzens in der Verwerthung der Kohks. Wo sie nicht abgesetzt werden können, hat man Schaden zu gewärtigen. An Orten, wie in Frankfurt am Main, wo man das Gas aus Harz, Terpentinöl und andern wohlfeilen Oelen gewinnt, wird man so lange mit einigem Vortheil fabriciren, als diese Beleuchtungsweise in einem kleinen Maaßstab betrieben wird. Würden große Städte auf diese Art mit Licht versehen, so wäre die unmittelbare Folge ein Steigen der Preise dieser Materialien, kaum würde z. B. alles Ter-

pentinöl, was man in den Handel bringt, für zwei Städte wie Berlin und München hinreichen, und auf die gegenwärtigen Preise dieser Stoffe, deren Gewinnung an und für sich kein Gegenstand der Industrie sein kann, lassen sich keine Berechnungen gründen. Für Kurhessen stellt sich die Gasbeleuchtung aus den vortrefflichen schmalkaldischen Kohlen am vortheilhaftesten, und gerade in diesen Gegenden kennt man sie nicht. Anstatt die Kohlen in der Nähe der Gruben zu verkohken und das Leuchtgas verloren zu geben, wie es in diesem Augenblick geschieht, wäre es unstreitig vortheilhafter, die Kohks mit dem Leuchtgas nach Kassel zu verfahren, in verschlossenen Gefäßen an Ort und Stelle zu verkohken und das Gas zur Beleuchtung zu benutzen.

Eilfter Brief.

Die Form und Beſchaffenheit, in welcher die Körper dem leiblichen Auge erſcheinen, die Farbe, Durchſichtigkeit, Härte ꝛc., ihre ſogenannten phyſikaliſchen Eigenſchaften ſind lange Zeit als abhängig betrachtet worden von der Natur ihrer Elemente oder ihrer Zuſammenſetzung. Ein und derſelbe Körper konnte vor wenigen Jahren nicht in zweierlei Zuſtänden gedacht werden, und es war gewiſſermaßen als Grundſatz angenommen worden, daß zwei Körper einerlei Eigenſchaften nothwendig beſitzen müſſen, welche die nämlichen Elemente in einerlei Gewichtsverhältniß enthielten. Wie wäre es ſonſt möglich geweſen, daß die geiſtreichſten Philoſophen die chemiſche Verbindung als eine Durchdringung, die Materie als unendlich theilbar ſich denken und eine ſolche Anſicht vertheidigen konnten. Nie gab es einen größeren Irrthum. Beſtand die Materie in der That aus unendlich kleinen Theilchen, ſo war ſie gewichtlos, und eine Milliarde

dieser Theilchen zusammengelegt konnte nicht mehr wiegen, wie ein einzelner unendlich kleiner Theil. Selbst die in Bewegung befindlichen Theile der gewichtlosen Materie, die auf unserer Netzhaut den Eindruck hervorbringen, welcher, zum Bewußtsein gelangt, als Licht erscheint, sind in mathematischem Sinne nicht unendlich klein. Eine Durchdringung der Bestandtheile bei der Entstehung einer chemischen Verbindung setzt voraus, daß sich an einem und demselben Orte die Bestandtheile a und b befinden, ungleiche Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung waren hiernach nicht möglich.

Wie alle naturphilosophischen Ansichten der verflossenen Zeit, so fiel auch diese, ohne daß sich nur Jemand die Mühe nahm, sie aufrecht zu erhalten. Die Gewalt der Wahrheit, so wie sie aus der Beobachtung hervorgeht, ist unwiderstehlich. Man entdeckte in der organischen Natur eine Menge von Verbindungen, welche bei gleicher Zusammensetzung höchst ungleiche Eigenschaften besitzen; sie haben den Namen isomerische Körper erhalten. Die große Classe von flüchtigen Oelen, zu denen Terpentinöl, Citronöl, Copaivabalsamöl, Rosmarinöl, Wachholderbeerenöl und andere gehören, so verschieden durch ihren Geruch, ihre medizinischen Wirkungen, Siedpunkt ꝛc., enthalten einerlei Verhältniß Kohlenstoff und Wasserstoff, keines mehr von dem einen oder andern Bestandtheile wie das andere.

In welcher wunderbaren Einfachheit erscheint uns von diesem Gesichtspunkt aus die organische Natur: mit zwei gleichen Gewichten von zwei Bestandtheilen bringt sie eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von Verbindungen der merkwürdigsten Art hervor. Man hat Körper entdeckt, die, wie der krystallisirende Bestandtheil des Rosenöls, bei gewöhnlicher Temperatur fest und flüchtig, eine gleiche Zusammensetzung haben mit dem Gas, was in unsern Lichtflammen brennt, und noch obendrein mit einem Dutzend von andern Körpern, alle höchst verschieden in ihren Eigenschaften.

Diese Resultate, die in ihren weiteren Beziehungen so bedeutungsvoll sind, wurden nicht ohne genügende Beweise als Wahrheiten angenommen; einzelne Beobachtungen dieser Art waren längst bekannt, sie bewegten sich aber heimathlos in dem Gebiet der Wissenschaften herum, bis man dann zuletzt auf Körper kam, an denen sich schärfer noch, als durch die Analyse, Beweise für die absolute Gleichheit der Zusammensetzung bei höchst ungleichen Eigenschaften führen ließen, die man rückwärts und vorwärts willkürlich in einander überführen und verwandeln konnte. In der Cyansäure, dem Cyansäurehydrat und Cyamelid hat man drei solcher Körper; die erstere ist im Wasser löslich, krystallisirbar, fähig mit Metalloxyden Salze zu bilden; das Cyansäurehydrat ist eine flüchtige, im höchsten Grad ätzende Flüssigkeit, die mit

Wasser ohne Zersetzung nicht zusammengebracht werden kann; das Cyamelid ist eine weiße, in Wasser völlig unlösliche, porcellanartige Masse. In einem hermetisch verschlossenen Glasgefäße verwandelt sich die Cyanursäure durch den Einfluß einer höhern Temperatur in Cyansäurehydrat, und diese geht von selbst bei gewöhnlicher Temperatur in Cyamelid über, ohne daß ein Bestandtheil austritt, oder ein Körper von außen aufgenommen wird.

Cyamelid läßt sich in Cyanursäure oder in Cyansäurehydrat nach Belieben verwandeln. In einem ähnlichen Verhältniß stehen Aldehyd, Metaldehyd und Elaldehyd, Harnstoff und cyansaures Ammoniak zu einander, in der Art also, daß ein Körper in den andern übergeführt werden kann, ohne daß eine andere Substanz mitwirkt.

Nur die Ansicht, daß die Materie nicht unendlich theilbar sei, daß sie aus nicht weiter spaltbaren Atomen besteht, gibt genügende Rechenschaft über diese Erscheinungen. Bei der chemischen Verbindung durchdringen sich diese Atome nicht, sie ordnen sich in einer gewissen Weise, und von dieser Ordnung hängen ihre Eigenschaften ab. Aendern sie durch Störungen von außen ihren Platz, so verbinden sie sich in einer neuen Weise, es entsteht ein anderer Körper mit durchaus verschiedenen Eigenschaften. Ein Atom von dem einen kann mit einem Atom

eines zweiten Körpers, zwei Atome können mit zwei, vier mit vier, acht mit acht Atomen eines andern zu einem einzigen zusammengesetzten Atom zusammentreten; in allen diesen Verbindungen ist die procentische Zusammensetzung absolut gleich, und dennoch müssen die chemischen Eigenschaften verschieden sein, denn wir haben in diesem Fall zusammengesetzte Atome, von welchen der eine zwei, der andere vier, der dritte acht oder sechszehn einfache Atome enthält.

Eine Menge der schönsten Beobachtungen entwickelten sich aus diesen Entdeckungen, eine Menge Geheimnisse entschleierten sich auf die natürlichste Weise. So hat man in dem Amorphismus einen neuen Begriff gewonnen, mit dem man einen eigenthümlichen Zustand bezeichnet, welcher der Krystallisation entgegengesetzt ist. In einem krystallisirenden Medium beobachtet man eine unaufhörliche Bewegung; wie wenn die kleinsten Theile Magnete wären, stoßen sie sich nach einer Richtung ab, nach einer andern ziehen sie sich an und lagern sich neben einander; sie gestalten sich zu einer regelmäßigen Form, welche unter gleichen Verhältnissen sich niemals ändert. Dieß geschieht aber nicht immer, wenn sie aus dem flüssigen oder Gaszustand übergehen in den Zustand eines festen Körpers. Zur Krystallbildung gehört Bewegung und Zeit. Wenn wir einen flüssigen oder gasförmigen Körper zwingen, plötzlich fest zu werden, wenn wir sei-

nen Theilchen nicht Zeit lassen, sich in den Richtungen zu lagern, in denen ihre Anziehung (Cohäsionskraft) am stärksten ist, so werden sich keine Krystalle bilden, sie werden das Licht anders brechen, eine andere Farbe, Härte und einen verschiedenen Zusammenhang haben. So kennen wir einen rothen und einen kohlschwarzen Zinnober, einen festen, harten und einen durchsichtigen, weichen, in lange Fäden ziehbaren Schwefel, das Glas im Zustand eines undurchsichtigen, milchweißen Körpers, der so hart ist, daß er am Stahl Funken gibt, und im gewöhnlichen durchsichtigen Zustand mit muschligem Bruch. Diese in ihren Eigenschaften so unähnlichen Zustände sind in dem einen Fall bedingt durch eine regelmäßige, in dem andern durch eine regellose Lagerung der Atome; der eine Körper ist amorph, der andere krystallisirt. So hat man allen Grund zu glauben, daß Thonschiefer, manche Arten Grauwacke nichts weiter sind als amorpher Feldspath, Glimmerschiefer oder Granit, ähnlich wie der Uebergangskalk amorpher Marmor, der Basalt und die Lava ein Gemenge von amorphem Zeolith und Augit ist.

Alles, was auf Cohäsionskraft Einfluß hat, muß die Eigenschaften der Körper bis zu einem gewissen Grad ändern. In der Kälte krystallisirter kohlensaurer Kalk besitzt die Krystallform, die Härte und das Lichtbrechungsvermögen des Kalkspaths, in der Wärme krystallisirt, besitzt er die Form und Eigenschaften des Arragonits.

Der Isomorphismus zuletzt, die Gleichheit der Form vieler chemischen Verbindungen bei einer ähnlichen Zusammensetzung, alles scheint darauf hinzuweisen, daß die Materie aus Atomen bestehe, deren Ordnung die Eigenschaften der Körper bedingt. Man könnte beinahe die Frage aufstellen, ob viele von den Körpern, die wir zu den Elementen rechnen, nicht vielleicht Modificationen ein und desselben Stoffes sind, ob sie nicht einerlei Materie in verschiedenen Zuständen der Lagerung enthalten? Wir kennen einen solchen zweifachen Zustand in dem Eisen: in dem einen verhält es sich in der elektrischen Kette wie Platin, in dem andern wie Zink, ja man hat mit diesem einen Metall die kräftigsten galvanischen Säulen construirt. Platin und Iridium, Chlor, Brom und Jod, Eisen, Mangan und Magnesium, Kobalt und Nickel, Phosphor und Arsenik haben freilich viele Eigenschaften mit einander gemein, allein man vergißt gewöhnlich, daß sich ihre Aehnlichkeit nur auf ihre proportionalen Verbindungen erstreckt. Diese allein sind nur deshalb ähnlich, weil sie aus Atomen bestehen, die auf einerlei Weise geordnet sind. Salpetersaurer Strontian wird sich selbst durchaus unähnlich, wenn er in seine Zusammensetzung eine gewisse Anzahl Wasseratome aufnimmt. Wenn wir Selen für modificirten Schwefel und Phosphor für modificirten Arsenik ansehen, woher kommt es denn, kann man fragen, daß Phosphorsäure und Arsenikſäure, Schwe-

felsäure und Selensäure Verbindungen bilden, die durch ihre Form, Löslichkeit ꝛc. schlechterdings nicht von einander unterschieden werden können? Zwei Verbindungen, die einander isomerisch sind, zeigen ja gerade verschiedene Eigenschaften. Wir haben bis jetzt nicht den entferntesten Grund, zu glauben, daß sich ein Element in ein anderes verwandeln lasse. Eine solche Verwandlung setzt voraus, daß das Element zwei oder mehr Bestandtheile enthalte. So lange diese nicht dargestellt sind, bleiben alle Beobachtungen dieser Art unbeachtet. So hat Hr. Brown in Edinburgh Eisen in Rhodium, Paracyan in Silicium verwandelt. Jetzt, wo seine Arbeit in den Verhandlungen der Edinburgher Royal Society erschienen ist, läßt sich, auch ohne nur seine Versuche zu wiederholen, der Beweis führen, daß dem Entdecker die Grundsätze der chemischen Analyse durchaus unbekannt sind; seine Versuche sind wiederholt worden, und es hat sich in seinen Angaben nur seine Unwissenheit bestätigt. Sein Rhodium ist Eisen, und sein Silicium eine schwer verbrennliche unreine Kohle.

Zwölfter Brief.

Weder die Wärme, noch die elektriſche Kraft, noch die Lebenskraft ſind vermögend, die Theilchen zweier ungleichartigen Materien in eine Gruppe zuſammenhängend zu machen, zu einer Verbindung zu vereinigen; dieß vermag nur die chemiſche Kraft.

Ueberall in der organiſchen Natur, in allen Verbindungen, welche in dem lebendigen Thier- oder Pflanzenorganismus erzeugt werden, begegnen wir den nämlichen Geſetzen, beobachten wir die nämlichen feſten und unveränderlichen Verbindungsverhältniſſe wie in der unorganiſchen.

Die Gehirn-, die Muskelſubſtanz, die Beſtandtheile des Blutes, der Milch, der Galle ꝛc. ſind zuſammengeſetzte Atome, deren Bildung und Beſtehen auf der zwiſchen ihren kleinſten Theilchen thätigen Verwandtſchaft beruht. Es iſt die Verwandtſchaft, und keine andere Kraft, welche ihr Zuſammentreten bewirkt; von dem

lebendigen Körper getrennt, dem Einfluß der Lebenskraft entzogen, sind es die chemischen Kräfte allein, welche ihr fernetes Bestehen bedingen; von ihnen hängt, je nach ihrer Richtung und Stärke, die Größe oder Schwäche des Widerstandes ab, den sie äußern Ursachen der Störung, äußern Kräften, welche die chemische Anziehung aufzuheben streben, entgegensetzen. Aber Licht, Wärme, Lebenskraft, die Schwerkraft üben einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Anzahl der einfachen Atome, die zu einem zusammengesetzten Atome sich vereinigen und auf die Art und Weise ihrer Lagerung aus; sie bedingen die Form der Eigenschaften, die Eigenthümlichkeit der Verbindungen, eben weil ihnen die Fähigkeit zukommt, ruhenden Atomen Bewegung mitzutheilen und durch Widerstand Bewegungen zu vernichten.

Licht, Wärme, Lebenskraft, die elektrische, die magnetische Kraft, die Schwerkraft äußern sich als Kräfte der Bewegung und des Widerstandes und ändern als solche Richtung und Stärke der chemischen Kraft, sie sind fähig, sie zu erhöhen, zu vermindern oder zu vernichten.

Die bloße mechanische Bewegung reicht hin, um der Cohäsionskraft krystallisirender Körper eine bestimmte Richtung zu geben, und die der Verwandtschaft in chemischen Verbindungen zu ändern. Wir können Wasser in völliger Ruhe weit unterhalb den Gefrierpunkt erkälten, ohne daß es krystallisirt, die Berührung mit der Spitze

einer Nadel reicht in diesem Zustande hin, um es durch die ganze Masse in einem Augenblick zu Eis erstarren zu machen. Um Krystalle zu bilden, müssen die kleinsten Theilchen sich in Bewegung befinden, sie müssen ihren Ort, ihre Lage wechseln, um sich in den Richtungen ihrer stärksten Anziehung lagern zu können. Eine Menge in der Wärme gesättigter Salzauflösungen setzen beim Erkalten in völliger Ruhe keine Krystalle ab, das kleinste Stäubchen, ein Sandkorn, in die Flüssigkeit geworfen, reicht hin, um die Krystallisation einzuleiten; ist die Bewegung einmal eingetreten, so pflanzt sie sich von selbst fort, das bewegte Atom gibt den Anstoß zur Bewegung des zunächst liegenden, und in dieser Weise theilt sie sich allen Atomen mit.

Bringen wir metallisches Quecksilber in eine Auflösung von Schwefelleber, so bedeckt sich die Oberfläche sogleich mit schwarzem amorphem Schwefelquecksilber, was sich ebenso oft erneuert als man die Oberfläche hinwegnimmt. Reiben wir diese Mischung in einer gutverschlossenen Glasflasche, an den Rippen einer Säge in einer Sägemühle, der sich in der Stunde mehrere tausendmal auf- und abbewegt, so geht das schwarze Pulver in den schönsten rothen Zinnober über, der sich von dem schwarzen nur durch seine krystallinische Beschaffenheit unterscheidet.

Das gewöhnliche Roheisen verdankt seine Härte,

seine Zersprengbarkeit und seine krystallinische Beschaffenheit einem Gehalte von Kohle; das reine kohlenfreie Eisen ist nur höchst selten krystallinisch; darin unterscheidet sich eben das Eisen in den Meteorsteinen von dem Spiegeleisen, daß es bei der bestimmtest ausgedrückten krystallinischen Textur, die größte Weichheit, so wie etwa ein sehr reines Schmiedeisen, besitzt, aber eine Stange Schmiedeisen ist im Bruche zähe, fadenförmig, er zeigt keine Durchgangsflächen von Krystallen, die kleinsten Theilchen sind ohne alle Ordnung durcheinanderlagernd; im polirten Zustande mit einer Säure befeuchtet, zeigt seine Oberfläche die eigenthümlichen Zeichnungen nicht, welche dem krystallinischen Eisen angehören. Wenn aber die Stange lange Zeit hindurch schwachen, aber sich stets wiederholenden Hammerschlägen ausgesetzt wird, so sieht man, daß die kleinsten Theilchen, die Eisenatome, ihre Lage ändern, daß sie sich in Folge der auf sie einwirkenden mechanischen Bewegung nach der Richtung ihrer stärksten Anziehung lagern, die Stange wird krystallinisch, sie wird brüchig wie Gußeisen, der Bruch ist nicht mehr fadenförmig, sondern glatt und glänzend. Diese Erscheinung tritt an den eisernen Achsen der Locomotiven und Reisewagen mehr oder weniger rasch ein, und ist die Ursache von nicht vorherzusehenden Unfällen.

Aber nicht bloß auf die äußere Form und Beschaffenheit, auf die Lagerung gleichartiger Theilchen haben me-

chanische Kräfte einen bedingenden Einfluß, sondern auch auf die Ordnungsweise der ungleichartigen Atome, auf das Bestehen von chemischen Zusammensetzungen. Die schwächste Reibung, ein Stoß bringt das Knallqueckſilber, das Knallſilber zum Explodiren; die Berührung mit dem Barte einer Feder reicht hin, um das Silberoxyd-Ammoniak, den Jodſtickſtoff, zu zerlegen. Das bloße in Bewegungſetzen der Atome ändert in diesen Fällen die Richtung der chemiſchen Anziehung, ſie ordnen ſich in Folge der eingetretenen Bewegung zu neuen Gruppen; ihre Elemente treten zu neuen Produkten zuſammen.

Weit häufiger und ſichtbarer noch iſt der Einfluß, den die Wärme auf die Aeußerung der Affinität ausübt; inſofern ſie Widerſtände überwindet, die ſich der Wirkung der Verwandtſchaft entgegenſetzen, befördert und vermittelt ſie die Bildung chemiſcher Verbindungen; tritt ſie ſelbſt als Widerſtand der Verwandtſchaft entgegen, ſo ändert ſie die Richtung der Anziehung, die Lagerung der Atome, ſie hindert und vernichtet ihre Aeußerungen. In niederen Wärmegraden iſt die Anziehung, welche die ungleichartigen Atome zu einander haben, eine andere wie in höheren, in den denkbar höchſten Hitzgraden findet die chemiſche Verbindung nicht mehr ſtatt.

In einer Auflöſung von Kochſalz in Waſſer bilden ſich, im Winter einem hohen Kältegrad ausgeſetzt, große ſchöne durchſichtige waſſerhelle Säulen, welche über acht-

unddreißig Procent Wasser in chemischer Verbindung enthalten; das bei gewöhnlicher Lufttemperatur krystallisirte Kochsalz ist immer wasserfrei. Bei der leisesten Berührung mit der Hand werden die wasserhaltigen Krystalle milchweiß undurchsichtig, auf die Hand genommen zerfließen sie zu einem Brei von kleinen Würfeln von gewöhnlichem Kochsalz. Der schwache Unterschied von zehn Temperaturgraden macht, daß die krystallisirenden Kochsalztheilchen eine Verwandtschaft zum Wasser äußern, die sie selbst beim Gefrierpunkte nicht mehr besitzen.

Wenn kohlensaurer Kalk aus kaltem Wasser krystallisirt, so lagern sich seine Theilchen in der Form des isländischen Doppelspathes ab; aus warmem Wasser krystallisirt, erhalten wir ihn in der Form des Arragonits. Beide Mineralien, so unvereinbar in ihrer Krystallgestalt, so verschieden in ihrer Härte, ihrem specifischen Gewichte, ihrem Lichtbrechungsvermögen, enthalten absolut die nämlichen Mengen Kohlensäure und Kalk. Wir sehen in diesem Beispiele, daß die festwerdenden Theilchen des kohlensauren Kalkes unter dem Einflusse eines erhöhten Wärmegrades zu einem physikalisch ganz anderen Körper sich gestalteten; noch merkwürdiger aber ist, daß wenn wir einen Arragonitkrystall zum schwachen Glühen erhitzen, wenn wir ihn also einem höheren Wärmegrad aussetzen, wie der ist, in welchem er sich gebildet hat, daß alsdann eine Bewegung durch seine ganze Masse hin-

durch eintritt: ohne im Geringſten ſein Gewicht zu ändern, bläht er ſich blumenkohlartig auf und verwandelt ſich in ein Haufwerk von feinen Kryſtallen, von denen ein jedes die rhomboëdriſche Geſtalt des gewöhnlichen Kalkſpathes beſitzt.

Ein Hühnerei erleidet durch den Einfluß einer Temperatur von fünfundſiebenzig Grad eine gänzliche Veränderung in allen ſeinen Eigenſchaften; das flüſſige, kaum gelblich gefärbte Eiweiß wird weiß porzellanartig, ſeine kleinſten Theilchen verlieren alle Beweglichkeit; ohne daß etwas materielles hinzutritt oder hinweggenommen wird, ſehen wir die merkwürdigſte Umwandlung: vor dem Erhitzen waren die Eiweißtheile löslich, miſchbar in allen Verhältniſſen mit Waſſer, in Folge der durch die Wärme eingetretenen Bewegung verloren ſie dieſe Fähigkeit, ihre Atome ordneten ſich zu einer neuen Gruppe; von dieſer neuen Lagerungsweiſe rühren die veränderten Eigenſchaften her. Die in den Eiweißtheilchen thätigen chemiſchen Kräfte ſind die letzte Urſache der neuen Lagerungsweiſe; in der neu gewonnenen Form äußern ſie jetzt gegen die einwirkende ſtörende Urſache, gegen die Wärme nämlich, einen Widerſtand, der ihnen urſprünglich fehlte.

In dieſer Weiſe verhalten ſich alle organiſchen Körper; ohne Ausnahme ſind alle durch den Einfluß mehr oder minder hoher Hitzgrade veränderlich und zerſtörbar;

der Widerſtand, den ihre Atome, den die in ihnen thätige Kraft der ſtörenden Urſache entgegenſetzt, zeigt ſich ſtets in einer neuen Lagerungsweiſe. Aus einem zuſammengeſetzten Atom entſteht eine oder zwei oder drei neue Gruppen von Atomen in einer ſolchen Ordnung, daß ſich ſtets ein Gleichgewichtszuſtand herſtellt. In den neugebildeten Produkten iſt der Widerſtand der chemiſchen Kraft ſtärker, wie in dem urſprünglichen Körper, die Summe der Verwandtſchaftskraft wird nicht größer, ſie wird nur nach einer Richtung hin ſtärker und intenſiver.

Was hier unter der Richtung gemeint iſt, wird man ſich am beſten durch die Betrachtung eines Waſſertheilchens in der Mitte eines Glaſes voll Waſſer verſinnlichen.

Das Waſſertheilchen in der Mitte wird von allen Waſſertheilchen in ſeiner unmittelbaren Umgebung angezogen und übt in ganz gleichem Grade eine Anziehung gegen ſie aus, nach keiner Seite hin eine ſtärkere wie nach der andern. Die große Beweglichkeit und Verſchiebbarkeit des Waſſertheilchens beruht eben darauf, daß ſich alle darauf wirkenden anziehenden Kräfte im Zuſtand des Gleichgewichtes befinden. Die kleinſte äußere Kraft reicht hin, um es von ſeiner Stelle zu bewegen, der geringſte Temperaturunterſchied, der ſeine Dichtigkeit vergrößert oder verringert, verurſacht einen Wechſel ſeines Platzes.

Wäre es nach einer Seite hin ſtärker angezogen wie nach einer andern, ſo würde es ſich nach dieſer Rich-

tung hin bewegen, es würde ein gewiſſes Maaß von Kraft bedürfen, um es von dem Ort der Anziehung loszureiſſen. Gerade in dieſem Zuſtande befinden ſich die Waſſertheilchen der Oberfläche des Waſſers, ſie ſind minder beweglich wie die untern, wie durch einen äußeren Druck ſind ſie näher beieinander, dichter, zuſammengezogener. Mit einiger Vorſicht läßt ſich eine feine Stahlnadel auf der Oberfläche ſchwimmend erhalten, welche eingetaucht mit Schnelligkeit zu Boden fällt. Dieſer ſtärkere Zuſammenhang rühret daher, daß die Waſſertheilchen der Oberfläche nur nach einer Richtung hin angezogen werden und Anziehung äußern; der anziehenden Kraft von unten ſtellt ſich keine Anziehung von darüberliegenden Waſſertheilchen als Widerſtand entgegen. Um abwärts zu fallen, müſſen die Waſſertheilchen der Oberfläche der Nadel nothwendig Platz machen, ausweichen, ſie müſſen von ihrer Stelle geſchoben werden, allein ſie weichen nicht aus, obwohl die Nadel einen ſieben- bis achtmal größeren Druck auf ſie ausübt wie ein gleich großes Stückchen Waſſer.

In ganz gleicher Weiſe verhält ſich in den chemiſchen Verbindungen die anziehende Kraft, welche die Beſtandtheile zuſammenhält. Mit der Anzahl der Elemente, mit der Anzahl der Atome, die zu einer Gruppe vereinigt werden, vervielfältigen ſich die Richtungen der anziehenden Kraft; die Stärke der Anziehung nimmt in dem

nämlichen Verhältniß, wie die Vielheit der Richtungen ab. Zwei Atome, zu einer Verbindung vereinigt, können sich nur von einer Seite her anziehen, die ganze Summe ihrer anziehenden Kraft äußert sich in dieser einzigen Richtung, tritt ein zweites, ein drittes Atom hinzu, so muß ein Theil von dieser Kraft verwendet werden, um auch diese anzuziehen und festzuhalten. Die natürliche Folge davon ist, daß die Anziehung aller Atome zu einander schwächer wird, daß sie äußeren Ursachen, die sie von ihrem Platze zu verschieben streben, einen geringeren Widerstand wie vorher entgegensetzen.

Darin liegt der große Unterschied der organischen Körper von den Mineralsubstanzen, daß sie Verbindungen höherer Ordnungen sind, obwohl nur aus drei oder vier, höchstens fünf Elementen bestehend, sind ihre Atome dennoch weit zusammengesetzter. Ein Kochsalz-, ein kleinstes Zinnobertheilchen stellt eine Gruppe von nicht mehr als zwei Atomen dar, ein Zuckeratom hingegen enthält sechsunddreißig, ein kleinstes Olivenöltheilchen enthält mehrere hundert einfache Atome. In dem Kochsalz äußert sich die Affinität nur nach einer, in dem Zuckeratom nach sechsunddreißig verschiedenen Richtungen hin. Ohne daß etwas hinzukommt oder hinweggenommen wird, können wir uns die sechsunddreißig einfache Atome in dem Zuckeratom auf tausend verschiedene Weisen geordnet denken; mit jeder Aenderung in der Lage eines einzigen von

ihnen hört der zusammengesetzte Atom auf, ein Zuckeratom zu sein, denn seine ihm angehörenden Eigenschaften wechseln mit der Art der Lagerung seiner Atome.

Auf die organischen Atome, so wie auf alle Atome höherer Ordnungen müssen Ursachen von Bewegung, von Störung der Verwandtschaft Veränderungen hervorzubringen vermögend sein, welche auf einfacher zusammengesetzte Atome, auf Mineralsubstanzen z. B., ohne allen zersetzenden Einfluß sind.

Von der größeren Zusammengesetztheit und der geringeren Kraft, mit welcher die Elemente der organischen Körper sich gegenseitig anziehen, hängt ihre leichtere Zersetzbarkeit durch die Wärme z. B. ab; ihre Atome, einmal in Bewegung gesetzt, oder durch die Wirkung der Wärme in größere Entfernung von einander gebracht, ordnen sich zu einfachen zusammengesetzten Atomen, in welchen die anziehende Kraft nach einer geringeren Anzahl von Richtungen hin wirkt, und in welchen sie weiteren Störungen einen desto stärkeren Widerstand entgegensetzt.

Die Mineralien, die anorganischen Verbindungen, sind durch die freie, ungehinderte Wirkung der chemischen Verwandtschaft entstanden, aber die Art und Weise ihres Zusammentretens, ihrer Lagerung war abhängig von äußeren fremden hierbei mitwirkenden Ursachen; diese letzteren waren das Bedingende in Hinsicht auf die Form

und ihre Eigenschaften. Wäre die Temperatur während der Verbindung höher oder niedriger gewesen, so würden sie zu ganz andern Gruppen zusammengetreten sein.

In ganz gleicher Weise wie die Wärme bei den anorganischen Verbindungen, ist Wärme, Licht und vorzüglich die Lebenskraft die bedingende Ursache der Form und der Eigenschaften der in den Organismen erzeugten Verbindungen; sie bestimmt die Anzahl der Atome, die sich vereinigten, und die Art und Weise ihrer Lagerung. Wir können einen Alaunkrystall aus seinen Elementen aus Schwefel, Sauerstoff, Kalium und Aluminium zusammensetzen, weil wir bis zu einer gewissen Grenze frei über ihre chemische Verwandtschaft, sowie über die Wärme und damit über die Ordnung verfügen können; allein ein Zuckertheilchen können wir aus seinen Elementen nicht zusammensetzen, weil zu ihrem Zusammentreten in der dem Zuckeratom eigenthümlichen Form die Lebenskraft mitwirkte, die unserem Willen nicht in gleicher Weise wie Wärme, Licht, Schwerkraft ꝛc. zu Gebote steht. Sind aber die Elemente in dem Organismus einmal zu organischen Atomen zusammengetreten, so gehören sie in die Klasse der übrigen chemischen Verbindungen, wir sind im Stande, die in ihren Atomen thätige Kraft, welche sie zusammenhält, nach mannichfaltigen Richtungen hin zu lenken, zu ändern, zu erhöhen und zu vernichten, wir können aus zwei, drei, vier zusammengesetzten organi-

ſchen Atomen, indem wir ſie miteinander verbinden, Atome höherer Ordnungen hervorbringen, wir können die zuſammengeſetzteren in einfachere zerfallen machen; aus Holz und Amylon können wir Zucker, aus Zucker können wir Oxalſäure, Milchſäure, Eſſigſäure, Aldehyd, Alkohol, Ameiſenſäure, wiewohl keine einzige dieſer Verbindungen aus ihren Elementen hervorbringen.

Auf das Zuſammentreten der Elemente zu einer chemiſchen Verbindung hat die Lebenskraft nicht den geringſten Einfluß; kein Element für ſich iſt fähig, zur Ernährung, zur Entwickelung einer Pflanze, oder des thieriſchen Organismus zu dienen. Alle Stoffe, welche Antheil an dem Lebensproceß nehmen, ſind niedere Gruppen von einfachen Atomen, die durch den Einfluß der Lebenskraft zu Atomen höherer Ordnungen zuſammentreten. Die Form, die Eigenſchaften der einfachſten Gruppen von Atomen bedingt die chemiſche Kraft unter der Herrſchaft der Wärme, die Form und Eigenſchaften der höheren, der organiſirten Atome bedingt die Lebenskraft.

Dreizehnter Brief.

Mit dem Verlöschen der Lebensthätigkeit behaupten die organischen Atome ihren Zustand, ihre Form und Eigenschaften nur in Folge der Trägheit; ein großes, umfassendes Naturgesetz beweißt, daß die Materie für sich keine Selbstthätigkeit besitzt; ein in Bewegung gesetzter Körper verliert seine Bewegung nur durch einen Widerstand; es muß auf einen ruhenden Körper eine äußere Ursache einwirken, wenn er sich bewegen, wenn er eine Thätigkeit äußern soll.

Die Bestandtheile der Pflanzen- und Thiergebilde sind unter der Herrschaft der Lebenskraft entstanden, sie ist es, welche die Richtung der Anziehung der Elemente bestimmt; sie ist eine Kraft der Bewegung, fähig, ruhenden Atomen eine Bewegung mitzutheilen und andern Kräften der Bewegung, der chemischen Kraft, der Wärme, der elektrischen Kraft einen Widerstand entgegenzusetzen. Wir sind im Stande, das durch die Hitze geronnene Ei-

weiß wieder aufzulösen und flüssig zu machen, allein nur die Lebenskraft ist vermögend, die Lagerung und Ordnungsweise der Elemente in dem kleinsten Eiweißtheilchen in die ursprüngliche Beschaffenheit, die es im Ei besaß, zurückzuführen. Das gekochte Eiweiß-Fleisch wird im Organismus wieder zu Eiweiß, zu Fleisch und Blut.

In der Bildung der Pflanzen und Thiergebilde trat die Lebenskraft den andern Kräften, der Cohäsionskraft, der Wärme, der elektrischen Kraft, welche das Zusammentreten der Atome zu Verbindungen höherer Ordnungen außerhalb des Organismus unmöglich machen, als Widerstand entgegen, sie vernichtete ihren störenden Einfluß auf die Aeußerung der chemischen Kraft, sie vermittelte ihr Entstehen ganz ähnlich wie die Wärme die Erzeugung anorganischer Verbindungen befördert, begünstigt oder überhaupt möglich macht, indem sie die Widerstände anderer Kräfte hinwegräumt oder kleiner macht.

In den Verbindungen so zusammengesetzter Art, wie die organischen Atome, veranlassen gerade diese anderen Kräfte Veränderungen in ihren Eigenschaften, wenn sich, nach dem Tode, ihrer Wirkung die Lebenskraft nicht mehr entgegensetzt; Berührung mit der Luft, die schwächste chemische Action reicht hin, um eine Umsetzung, eine neue Ordnung der Atome, eine Zersetzung zu bewirken, es treten die merkwürdigen Erscheinungen ein, die man mit

Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sind dieß Zersetzungsprocesse, durch welche in ihren letzten Resultaten die Elemente in den Zustand zurückversetzt werden, den sie besaßen ehe sie Antheil an dem Lebensprocesse nahmen. Die zusammengesetzten organischen Atome der höheren Ordnungen werden in diesen Processen zurückgeführt in die Verbindungen der niedrigsten Ordnung, aus denen sie entstanden sind. Erst in der neueren Zeit ist man zur genaueren Erkenntniß der Ursachen gelangt, durch welche diese eigenthümlichen Zersetzungsprocesse, die in ihrer Form und ihrem Auftreten von den gewöhnlichen chemischen Zersetzungen so sehr abweichen, hervorgerufen und unterhalten werden; es hat sich gezeigt, daß kein Pflanzen- oder Thierbestandtheil in Gährung oder Fäulniß von selbst übergeht, daß unter allen Umständen die Wärme und eine chemische Action, die Berührung mit Wasser- oder Sauerstoffgas, nöthig sind, um sie eintreten zu machen.

Der Saft der Weintraube, durch die äußere Schale vor der Berührung mit der Luft geschützt, erleidet kaum eine bemerkbare Veränderung, die Traube trocknet allmählig zur Rosine aus. Die Verletzung der Hülle mit der Spitze einer Nähnadel reicht hin, um alle Eigenschaften des Saftes zu ändern. Vor dem Zutritt der Luft geschützt, oder dem Einfluß der chemischen Action entzogen, welche der Sauerstoff der Luft auf einen seiner Bestand-

theile ausübt, erhält sich der Most unbegrenzte Zeiten hindurch; so veränderlich auch seine Bestandtheile sein mögen, es fehlt die störende Ursache. Der Luft ausgesetzt, stellt sich in einer angemessenen Temperatur eine lebhafte Gasentwicklung und Bewegung in dem Safte ein, aller Zucker verschwindet; der Saft klärt sich nach beendigter Gährung, es setzt sich ein gelblicher Schlamm als Hefe ab; er enthält eine dem Zuckergehalte entsprechende Menge von Weingeist.

Von dem Safte getrennt, ist die Hefe fähig, in frischem Zuckerwasser die nämlichen Erscheinungen hervorzubringen, deren letztes Resultat ein Verschwinden des Zuckers, sein Zerfallen in Kohlensäure und Weingeist ist. Mit den Zuckertheilchen verschwindet die zugesetzte Hefe, indem sie selbst eine wiewohl langsamere Zersetzung erfährt, verliert sie nach und nach gänzlich ihr Vermögen, in frischem Zuckerwasser Gährung hervorzubringen.

Ganz ähnlich verhalten sich thierische Flüssigkeiten. Die Milch in dem Euter der Kühe, der Harn in der Harnblase erleiden in gesundem Zustande keinen Wechsel in ihren Eigenschaften, aber mit der Luft in Berührung gerinnt die Milch, es scheidet sich ohne alle Gasentwickelung Käse in Gestalt einer gallertartigen Masse ab, die Flüssigkeit wird sauer und mit dem steigenden Sauerwerden verschwindet der Milchzucker der Milch.

Die Gährung eines Pflanzensaftes und das Sauer-

werden oder Gerinnen der Milch gehören beide zu einer und derselben Klasse von Erscheinungen; der einzige Unterschied liegt in der Form oder dem Zustand der aus den Bestandtheilen der Flüssigkeit neu sich bildenden Producte. Von den in dem Traubensaft erzeugten neuen Verbindungen ist eine (die Kohlensäure) luftförmig, daher das Schäumen und Aufbrausen; die in der Milch gebildeten bleiben in der Flüssigkeit gelöst. Da nun die Form und Beschaffenheit der Producte der Gährungen etwas ganz Zufälliges ist, so bezeichnet man Alle in gleicher Weise wie in der Milch oder in dem Traubensaft eintretenden Umsetzungen jetzt mit Gährung, ganz gleichgültig, ob sich Gase dabei entwickeln oder nicht. Im gewöhnlichen Leben unterscheidet man Fäulniß- von Gährungsprocessen; diese Unterscheidung läßt sich ebenfalls nicht wissenschaftlich begründen, weil die Verschiedenheit nur für die Geruchsnerven besteht; die Fäulniß ist der Gährungsproceß in stickstoff- und schwefelhaltigen organischen Materien, wobei gewöhnlich übelriechende Producte gebildet werden.

Als den letzten Grund dieser Erscheinungen hat man die Zusammengesetztheit der organischen Atome erkannt, die Leichtigkeit ihrer Veränderung beruht in dem geringen Grade von Anziehung, welche die einfachen Atome zu dem compleren Atome zusammenhält, sowie in ihrer leichten Beweglichkeit. Die Pflanzensäfte und thierischen

Flüſſigkeiten enthalten Materien, welche, wenn ſie von dem Organismus nicht mehr geſchützt werden, von dem Augenblick an eine Veränderung erleiden, wo ſie mit dem Sauerſtoff der Luft in Berührung kommen. Zerſchneiden wir einen Apfel, eine Kartoffel, eine Runkelrübe, ſo färbt ſich die weiße Schnittfläche in wenigen Minuten braun; bei der kleinſten Verletzung der grünen Rinde oder eines Blattes geben ähnliche Aenderungen in dem Safte vor, obwohl man ſie nicht immer durch eine eintretende Färbung wahrnimmt. Der Sauerſtoff der Luft verbindet ſich mit einem Beſtandtheile des Saftes und in demſelben Momente hört ihre urſprüngliche Ordnung auf. Das Gleichgewicht ihrer wechſelſeitigen Anziehungen wird dadurch geſtört, ſie ordnen ſich auf eine andere Weiſe, es tritt in dem zuſammengeſetzten Atom eine Bewegung ein.

Die eingetretene Bewegung iſt die Urſache der fortdauernden Action.

Wenn die Gährung in einem Pflanzenſaft, in der Milch, im Harn, im Fleiſch einmal eingetreten iſt, ſo kann der Sauerſtoff, als die erſte Urſache der Erſcheinung, völlig ausgeſchloſſen werden; ſie dauert jetzt ohne ſeine Mitwirkung unaufhaltſam fort.

Das erſte Theilchen, deſſen Atome durch die chemiſche Action des Sauerſtoffs eine Bewegung empfingen, befindet ſich in Berührung mit andern Atomen, welche eine

ihm gleiche oder ungleiche Zusammensetzung besitzen; die in ihm selbst vor sich gehende Bewegung wirkt wie ein Stoß auf die Atome der ihm zunächst liegenden: es hängt nun ganz von dem Grade der Stärke der zwischen den Theilchen dieser ruhenden Atome thätigen Anziehung ab, ob die Bewegung des ersten Theilchens sich fortsetzt oder nicht; ist die Bewegung mächtiger wie der Widerstand, so pflanzt sie sich in einem zweiten fort, auch in diesem kommen jetzt die Atome, und zwar in ganz gleicher Weise, in der nämlichen Richtung wie in dem ersten in Bewegung: es entstehen in Folge der nämlichen Lagerungsweise dieselben Producte, die Bewegung oder Umsetzung des zweiten überträgt sich einem dritten, vierten, zuletzt allen zusammengesetzten Atomen in der Flüssigkeit. Ist der Widerstand oder die Kraft, welche die Elemente der übrigen zusammengesetzten Atome zusammenhält, größer wie die Ursache, welche einen Wechsel in ihrem Platze und ihrer Ordnungsweise, die Spaltung nämlich in neue Producte zu bewirken strebt, so muß die eingetretene Action nach und nach aufhören.

Eines der schönsten Beispiele der Umsetzung eines stickstofffreien Körpers in Folge einer eingetretenen Störung, liefert der Aldehyd. Es ist dies ein farbloses, mit Wasser mischbares Liquidum von so großer Flüchtigkeit, daß es schon in der warmen Hand ins Sieden geräth (bei einundzwanzig Grad), es besitzt einen erstickenden

Geruch und die Eigenschaft, mit großer Begierde Sauerstoff aus der Luft anzuziehen, wodurch es in Essigsäure übergeht, mit Kalilauge in Berührung wird es zu einem braunen Harze verdickt. Dies sind ganz hervorstechende Eigenschaften, aber von der auffallendsten Unbeständigkeit. Bei seiner Bildung und Darstellung kann nämlich der Aldehyd vor Berührung mit dem Sauerstoff der Luft nicht geschützt werden. Füllen wir ihn in ein Glasgefäß, was wir durch Zuschmelzen luftdicht verschließen, so befindet sich stets ein oder mehrere seiner kleinsten Theilchen in dem Zustande der Sauerstoffaufnahme, in dem Zustande einer Action, welche mit dem Abschluß des Sauerstoffs nothwendig aufhören muß. Der Oxydationsproceß in dem Aldehyd findet freilich hierdurch allerdings eine Grenze, allein die eingetretene Störung des Gleichgewichtes in der Anziehung seiner Elemente setzt sich fort. Durch die in den sich oxydirenden Theilchen des Aldehyds eingetretene Bewegung wird der Zustand der Ruhe in den nahebiegenden Atomen des Aldehyds aufgehoben, in deren Folge sich seine Elemente zu einer neuen, von der ursprünglichen ganz verschiedenen Gruppe ordnen; die Bewegung dieser Theilchen überträgt sich den wieder zunächst liegenden, zuletzt allen andern, so daß man nach einigen Tagen oder Wochen in dem hermetisch versiegelten Glase keinen Aldehyd, keinen Körper mehr hat, der seinen Eigenschaften nach nur entfernt Aehnlichkeit mit dem

Aldehyde mehr besitzt. Wir haben jetzt in dem Gefäße eine Flüssigkeit, welche nicht mehr mit Wasser mischbar ist, sondern auf der Oberfläche desselben wie Oel schwimmt, einen angenehmen ätherartigen Geruch besitzt, deren Siedpunkt um sechszig Thermometergrade höher liegt, wie der des Aldehyds, nicht mehr durch Aetzkali zu einem Harze verdickt wird und nicht mehr in Essigsäure übergeht, und trotz dieser großen Verschiedenheit ist dieser Körper seiner Zusammensetzung nach Aldehyd, er enthält die nämlichen Elemente in denselben Gewichtsverhältnissen, allein ihre Atome sind (was durch Vergleichung des specifischen Gewichts seines Dampfes mit dem des Aldehyds ermittelt werden kann) näher bei einander und in einer andern Ordnung vereinigt.

Man sieht leicht ein, daß die Gährung an die Zeit gebunden ist, daß sie nicht wie andere chemische Actionen in einem unmeßbaren Zeittheilchen vor sich gehen kann, eben weil die Zersetzung die Folge ist einer allmäligen Uebertragung einer Thätigkeit von einem Theilchen zum andern; es ist ferner klar, daß nicht alle organischen Verbindungen fähig sind, in Gährung überzugehen; dieses Vermögen gehört nur den zusammengesetzten Atomen an, es fehlt allen denen, deren Bestandtheile durch einen höheren Grad von Verwandtschaft zusammengehalten sind.

Wie man leicht bemerkt, und dies ist gewiß das merkwürdigste in dieser Erscheinung, nimmt kein Stoff, keine

Materie und durch diese keine chemische Verwandtschaft von Außen Antheil an der Entstehung der neuen Producte; es ist ein reines Auseinanderfallen der Elemente in Folge des gestörten Gleichgewichtes ihrer Anziehungen. Der Zuckeratom zerfällt in zwei Kohlensäure-Atome und in ein Weingeistatom, beide zusammen enthalten der Quantität und Qualität nach alle Elemente des Zuckeratoms. In der süßen Milch hatten wir Milchzucker, in der sauren haben wir an ihrer Stelle Milchsäure, aber Milchzucker und Milchsäure sind identisch ihrer Zusammensetzung nach, sie enthalten beide die nämlichen Elemente in denselben Gewichtsverhältnissen, nur anders geordnet. In manchen Fällen nehmen jedoch die Elemente des Wassers oder die Elemente von andern zusammengesetzten Atomen einen gewissen Antheil an der Umsetzung, insofern nämlich zwei oder drei oder mehr zusammengesetzte Atome, indem sie nebeneinander sich in einfachere spalten, Producte liefern, welche Verwandtschaft zu einander haben; in diesem Fall erhält man also die Producte nicht einzeln für sich, sondern man erhält sie in Verbindung miteinander.

Hefe, Ferment oder Gährungsmittel sind immer Stoffe, deren Elemente sich noch im Zustande der Umsetzung und Bewegung befinden; ihre Fähigkeit Gährung hervorzubringen beruht eben auf diesem Zustande, der sich natürlich nicht fixiren läßt; nach Maaßgabe wie

ihre Umsetzung fortschreitet und sich vollendet, verliert sich dieser Zustand und damit ihr Vermögen, in andern organischen Atomen den nämlichen Umsetzungsprocess hervorzurufen, der an ihnen selbst vor sich geht. Nur sogenannte frische Hefe ist wirksam, ein einziger Tag macht schon einen grossen Unterschied.

Eine Auflösung von Gerbsäure läßt sich in einem verschlossenen Gefäße jahrelang ohne die geringste Veränderung aufbewahren. In dem Zustande hingegen, in welchem sich die Gerbsäure in einem Galläpfelaufzuge befindet, verändert sie allmählig alle ihre Eigenschaften; an einem warmen Orte stehend, verschwindet sie nach und nach völlig und es setzen sich die schönsten Krystalle von Gallussäure ab. Neben der Gerbsäure enthält der Galläpfelaufguß eine fremde Substanz, die mit Wasser in Berührung eine Zersetzung erfährt, durch deren Einfluß die Gerbsäure einer ähnlichen Umwandlung entgegengeführt wird. In einer ähnlichen Weise entsteht die Milchsäure in gegohrenen Rüben oder Kohl, im sogenannten Sauerkraut.

Die stickstofffreien Bestandtheile der Pflanzen und Thiere, Zucker, Gummi, Amylon, Fett &c., geben bei Berührung mit Sauerstoff für sich allein nicht in Gährung über, diese Eigenschaft kommt gewöhnlich nur den zusammengesetzteren Atomen zu, welche neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zwei Elemente mehr,

nämlich noch Stickstoff und Schwefel enthalten. Diese letzteren sind die eigentlichen Erreger der Gährung, der Umsetzung nämlich stickstofffreier Substanzen; so lange sich Zucker und der im Zustand der Umsetzung sich befindende stickstoffhaltige Körper in der Flüssigkeit nebeneinander befinden, dauert die Gährung fort; mit dem Ausschluß des Sauerstoffs vollenden sich beide Umsetzungsprocesse (die des Zuckers und die des Erregers) nebeneinander und bedingen sich gegenseitig in der Art, daß wenn die des Zuckers vollendet, wenn kein Theilchen mehr übrig ist, in der Flüssigkeit (im zuckerarmen Weine z. B.) eine gewisse Portion von dem Erreger ohne weitere Veränderung zurückbleibt, was dem Weine z. B. die Zähigkeit gibt, bei neuem Zuckerzusatz wieder in Gährung überzugehen. Ist die des Erregers vor der des Zuckers vollendet, so bleibt dieser Zucker zurück (wie in den süßlichen Weinen).

Das Vorhandensein des die Gährung übertragenden Körpers in dem Weine ertheilt ihm die Eigenschaft, bei der Berührung mit Luft in Essig überzugehen, ist dieser Körper vollständig entfernt, so kann man den Wein in hohen oder niederen Temperaturen der Luft aussetzen, ohne daß er sauer wird.

Die in dem Traubensaft und den Pflanzensäften vorhandenen Gährungsvermittler sind ohne Ausnahme solche Materien, die eine mit dem Blute oder dem Käs-

stets der Milch gleiche Zusammensetzung besitzen. Die Erzeugung dieser Blutbestandteile in den Pflanzen, in der Weinrebe z. B., kann erhöht und gesteigert werden durch thierischen Dünger. Der Kuhmist ist reich an Alkalien, welche auf die Vermehrung der Zuckergehalte Einfluß haben, er ist arm an Stickstoff und phosphorsauren Salzen, welche die Bildung der Blutbestandtheile vermitteln. Die Menschenexcremente enthalten nur wenig Alkalien, sie wirken besonders günstig auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, oder wenn man will der Gährungserreger in den Pflanzen ein.

Man sieht leicht, daß wir durch die Cultur selbst, durch eine zweckmäßige Wahl des Düngers den entschiedensten Einfluß auf die Qualität des Saftes ausüben können. Wir verbessern rationell den an Blutbestandtheilen reichen Most durch Zusatz von Zucker, der, was hier ganz gleichgültig ist, in dem Organismus einer andern Pflanze erzeugt worden ist, oder wir setzen dem ausgepreßten Saft unserer unreifen Weintrauben die getrockneten reifen Weintrauben südlicher Climate zu. In wissenschaftlichem Sinne sind dies wahre Verbesserungen, die in keiner Weise etwas Verwerfliches an sich tragen.

Es ist erwähnt worden, daß die Form und Beschaffenheit, die Eigenschaften der neuen in den Gährungsprocessen gebildeten Producte abhängig sind von der Gruppirung der sich umsetzenden Atome, von der Rich-

tung, in welcher sie sich anziehen. Auf die Art der Lagerung der Atome hat in diesen, ganz wie in den gewöhnlichen chemischen Processen, die Wärme einen ganz entscheidenden Einfluß.

Der Saft von gelben Rüben, von Runkelrüben, Zwiebeln ist reich an Zucker, bei gewöhnlicher Temperatur liefert er dieselben Producte wie der Traubensaft, man erhält Kohlensäure, eine alkoholreiche Flüssigkeit und es setzt sich der stickstoffhaltige Bestandtheil des Saftes in Gestalt von Hefe ab. Bei einer höheren Temperatur, bei vierzig bis fünfundvierzig Grad C., ändert sich der ganze Umsetzungsproceß. Man beobachtet eine weit schwächere Gasentwicklung, es entsteht kein Alkohol. Untersucht man zu Ende dieser Gährung die Flüssigkeit, so findet sich kein Theilchen des früher vorhandenen Zuckers mehr vor, aus seinen Elementen ist eine reichliche Menge Milchsäure, und neben derselben ein dem Gummi völlig gleicher Körper und überdies als das merkwürdigste Product eine krystallinische Substanz gebildet worden, welche in ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung identisch mit dem süßen Bestandtheile der Manna ist.

Alkohol und Kohlensäure sind die Producte der Umsetzung der Zuckeratome in gewöhnlicher, Kohlensäure, Mannit, Milchsäure und Gummi sind Producte der Gährung in höherer Temperatur.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß in höheren Temperaturen die Art und Weise der Umsetzung des die Gährung erregenden Stoffes sich ändert und daß von ihm aus, von der geänderten Richtung, in welcher sich seine Atome umsetzen und ordnen, die neue Lage der danebenliegenden Zuckeratome bedingt wird, denn nicht blos durch die Wärme, sondern auch mit der Natur des die Umsetzung übertragenden Stoffes werden aus einem und demselben Körper verschiedene Producte gebildet.

Die Milchsäure in der sauer werdenden Milch entsteht aus dem Milchzucker; seine Umwandlung wird bedingt durch Berührung mit dem durch den Einfluß des Sauerstoffs der Luft in den Zustand der Umsetzung übergebenden Käse. Setzen wir nach dem Verschwinden des vorhandenen Milchzuckers eine neue Quantität hinzu, so dauert dieser Gährungsproceß und zwar so lange fort, als noch Käse sich damit in Berührung befindet.

Diese Gährungsweise des Milchzuckers (ohne alle Gasentwicklung) beschränkt sich auf die gewöhnliche Lufttemperatur; bei vierundzwanzig bis dreißig Grad sind die Producte durchaus verschieden. Bei dieser höheren Temperatur nimmt der Käse die Eigenschaften der gewöhnlichen Hefe an, und in dem Milchzucker stellen sich zwei auf einander folgende Umsetzungsprocesse ein; er nimmt zuerst eine gewisse Menge Wasser in chemische Verbindung in sich auf und verwandelt sich in dieselbe

Zuckerart, die wir in den Weintrauben haben, und nachdem dies vor sich gegangen ist, zerfällt er in Berührung mit dem Käse in Alkohol und Kohlensäure.

Die in gewöhnlicher Temperatur gegohrene Milch liefert als Hauptproduct der Zersetzung des Zuckers Milchsäure, in höherer Temperatur erhalten wir eine alkoholreiche Flüssigkeit, die bei der Destillation einen wahren Branntwein gibt.

Setzt man zu einer Zuckerlösung anstatt Hefe eine kleine Quantität geronnenen weißen Käses und etwas Kreide, um die Flüssigkeit stets neutral zu erhalten, so stellt sich bei fünfundzwanzig bis dreißig Grad sehr bald eine lebhafte Gasentwicklung ein; der Zucker verschwindet völlig, als gasförmige Producte erhält man Kohlensäure und Wasserstoffgas, und in der Flüssigkeit hat man jetzt eine reichliche Menge Butterſäure, eine der interessantesten organischen Säuren, die vorher nur als Bestandtheil der Milch oder der Butter bekannt war.

In der gewöhnlichen Gährung spaltet sich das Zuckeratom in zwei, in der ebenerwähnten in drei Producte, anstatt Alkohol und Kohlensäure erhalten wir Butterſäure, sowie Wasserstoffgas und Kohlensäure; die Beziehungen dieser Stoffe zu einander sind unverkennbar, Alkohol ist Butterſäure + Wasserstoff, der Butterſäure-Atom ist ein Alkoholatom aus welchem zwei Wasserstoffatome ausgetreten sind.

Aenderungen in der Natur der Producte finden in jeder Gährung statt, theils veranlaßt durch einen Wechsel der Temperatur, theils durch Gegenwart anderer Materien, die in den Proceß der Umsetzung mit hereingezogen werden. So erhält man aus dem nämlichen Traubensafte, wenn er in verschiedenen Temperaturen gährt, Weine von ungleicher Güte und Beschaffenheit, je nachdem die Lufttemperatur im Herbste hoch oder niedrig ist; je nach der Tiefe des Kellers und seiner Temperatur während der Gährung, wechselt die Qualität, der Geruch und Geschmack des Weines. Eine ganz constante Temperatur des Gährungslokals und eine nicht stürmisch, sondern allmählig verlaufende Gährung sind die vorzüglichsten, von den Menschen abhängigen, Bedingungen zur Erzielung eines edlen Weines. Nicht lange wird es dauern, und man wird bei der Weingährung den für die Fabrikation edlerer Biersorten so geeigneten tiefen Felsenkellern vor allen andern den Vorzug geben; ihr Nutzen beruht hauptsächlich auf ihrer constanten Temperatur.

Der Einfluß, den fremde Substanzen auf die Producte der Weingährung ausüben, ist ganz besonders in die Augen fallend in der Gährung der Kartoffelmaische. Bekanntlich erhält man daraus durch Destillation neben dem Alkohol (Branntwein) eine ölige Flüssigkeit von giftigen Eigenschaften und höchst ekelhaftem Geruch und Geschmack.

Dieses sogenannte Fuselöl ist nicht fertig gebildet in den Kartoffeln, es ist ein Product der Umsetzung des Zuckers, denn man erhält es nicht allein aus der gegohrenen Kartoffelmaische, sondern auch in der Gährung der letzten Syrupe von der Darstellung des Runkelrübenzuckers.

Dieses Fuselöl, welches seinen chemischen Eigenschaften nach mit dem Alkohol in eine Klasse gehört, ist Alkohol, von welchem sich die Elemente von Wasser getrennt haben. Zwei Fuselölatome entstehen durch Zusammentretung von fünf Alkoholatomen unter Abscheidung von sechs Wasseratomen.

Die Bildung des Fuselöls, von dem man jetzt in den Spiritusfabriken so große Mengen als Nebenproduct gewinnt, daß man es zum Beleuchten der Lokale benutzt, findet in gährenden Flüssigkeiten niemals statt, wenn diese Weinsäure oder Weinstein, Citronensäure oder gewisse bittere Substanzen (Hopfenbitter) enthalten; es erzeugt sich vorzüglich nur in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten oder in solchen, welche Essig- oder Milchsäure enthalten, und kann durch Zusatz von Weinstein zum großen Theil verhütet werden.

Der Geruch und Geschmack der Weine rührt stets von besonderen Verbindungen her, die sich in der Gährung erzeugen; die alten Rheinweine enthalten Essigäther, manche davon in kleinen Quantitäten Butter-

säureäther, der ihnen einen, dem alten Jamaikarum ähnlichen, angenehmen Geruch und Geschmack ertheilt. Alle enthalten Oenanthsäure-Aether, von dessen Vorhandensein der Weingeruch herrührt. Diese Verbindungen entstehen theils in der Gährung selbst, theils beim Lagern des Weines, durch die Einwirkung der vorhandenen Säuren auf den Alkohol des Weines. Die Oenanthsäure scheint in der Gährung gebildet zu werden, sie ist bis jetzt wenigstens in den Weintrauben nicht aufgefunden worden. Die in dem gährenden Safte vorhandenen freien Säuren nehmen den entschiedensten Antheil an der Entstehung dieser aromatischen Materien; die Weine südlicher Gegenden, welche aus ganz reifen Trauben gewonnen werden, enthalten Weinstein, aber keine freie, organische Säuren, sie haben kaum den eigenthümlichen Weingeruch und halten, in Hinsicht auf Bouquet oder Blume, mit den edlen französischen Weinen oder Rheinweinen keinen Vergleich aus.

Vierzehnter Brief.

Die Eigenſchaften des gewöhnlichen thieriſchen Käſes, der Einfluß, den ſeine kleinſten Theilchen, wenn ſie ſich im Zuſtand der Zerſetzung und Umſetzung befinden, auf die ihnen zunächſt liegenden Zuckertheile ausüben, ſind merkwürdig genug, ſie werden aber darin weit übertroffen durch den vegetabiliſchen Käſe in der Mandelmilch. Es iſt Jedermann bekannt, daß ſüße Mandeln, zu einem feinen Brei geſtoßen und mit etwa dem vier- bis ſechsfachen Gewicht Waſſer angerührt, eine Flüſſigkeit geben, welche in ihren äußeren Eigenſchaften die größte Aehnlichkeit mit einer ſehr fetten Kuhmilch hat. Wie bei dieſer wird das milchähnliche Anſehen von fein zertheilten Oel- oder Fetttheilchen hervorgebracht, die ſich in der Ruhe auf der Oberfläche in Geſtalt eines Rahms ablagern; wie die Thiermilch gerinnt ſie beim Zuſatz von Eſſig, und wird von ſelbſt ſauer, wenn ſie längere Zeit ſtehen bleibt. Dieſe Mandelmilch enthält eine dem thie-

tischen Käse in seinen Eigenschaften ganz gleiche Substanz von ebenso großer Veränderlichkeit. Der Thierkäse erleidet von dem Augenblick an, wo die Milch den Euter der Kuh verläßt, eine fortschreitende Veränderung, die freilich erst nach längerer Zeit in dem Gerinnen sichtbar wird; in ganz gleicher Weise erfolgt eine Umsetzung in den Elementen des Pflanzenkäses, sobald die süßen Mandeln in den Zustand der Mandelmilch versetzt werden sind. Der Pflanzenkäse der Mandeln enthält wie der Thierkäse Schwefel, aber ein größeres Verhältniß Stickstoff, woher es denn kommen mag, daß der Thierkäse nicht in allen Stücken als Gährungsmittel dieselbe Wirkung hat. In Beziehung auf die Gährung des Zuckers haben übrigens beide einerlei Eigenschaften. Setzt man einer Auflösung von Traubenzucker (welcher identisch mit dem Stärkezucker oder dem festen Bestandtheil des Bienenhonigs ist) Mandelmilch oder durch kaltes Pressen vom fetten Oel befreite Mandelkleie hinzu, so geräth, an einem warmen Orte stehend, die Flüssigkeit sehr bald in lebhafte Weingährung; man erhält daraus durch Destillation einen eigenthümlich, wiewohl höchst angenehm schmeckenden Branntwein. Diese Wirkung besitzt der Thierkäse auch, aber der Pflanzenkäse der Mandelmilch bringt in einer Menge von organischen Verbindungen, im Salicin und Amygdalin z. B., Zersetzungen und Umsetzungen hervor, welche der thierische Käse nicht bewirkt.

Das Salicin ist der Bestandtheil der Weidenrinde, welcher ihr den bekannten stark bitteren Geschmack und die Eigenschaft ertheilt, beim Betröpfeln mit concentrirter Schwefelsäure eine carminrothe Farbe anzunehmen; er ist durch Wasser leicht ausziehbar; im reinsten Zustande stellt er blendend weiße, feine, lange, seidenartig verwebte Nadeln dar. Das Salicin ist, wie der Zucker, stickstofffrei, sein Atom ist übrigens weit zusammengesetzter.

Bringt man Salicin in Mandelmilch, so verschwindet sehr bald der bittere Geschmack und macht einem rein süßen Platz. In diesem Zeitpunkte ist alles Salicin verschwunden und man hat nun Traubenzucker und einen neuen von dem Salicin durchaus verschiedenen Körper, das Saligenin. Zucker und Saligenin enthalten die Elemente des Salicins. Ein Salicinatom zerfällt, ohne daß etwas hinzu- oder austritt, in Berührung mit dem Pflanzenkäse der Mandelmilch in ein Zuckeratom und ein Saligeninatom.

Noch weit merkwürdiger ist das Verhalten dieses Pflanzenkäses gegen das Amygdalin; die eigenthümlichen Producte, welche aus den bittern Mandeln erhalten werden, sind lange Zeit hindurch für ein kaum lösbar scheinendes Räthsel gehalten worden, bis man das Amygdalin als einen Bestandtheil davon entdeckte und sein Verhalten gegen den Pflanzenkäse erkannte.

Werden die bittern Mandeln fein gepulvert und mit

Wasser der Destillation unterworfen, so erhält man ein starkriechendes Wasser, welches milchig getrübt ist durch eine Menge darin herumschwimmender Oeltröpfchen, die nach und nach als Oelschicht sich zu Boden setzen. Es ist dies ein flüchtiges Oel von dem stärksten Geruch und Geschmack nach bittern Mandeln, schwerer wie Wasser und noch dadurch ausgezeichnet, daß es an der Luft unter Sauerstoffaufnahme zu geruchlosen Krystallen von Benzoesäure erstarrt; außer diesem flüchtigen Bittermandelöl, was jetzt in Menge als Parfümerie-Artikel im Handel vorkommt, enthält das übergegangene Wasser noch eine beträchtliche Menge Blausäure.

Blausäure und Bittermandelöl, zwei Producte der Destillation der bittern Mandeln mit Wasser, sind nun als solche in den bittern Mandeln schlechterdings nicht nachzuweisen. Wären beide darin fertig gebildet vorhanden, so wie das Terpentinöl in dem Fichtenharz oder das Rosenöl in der Rose, so würde man voraussetzen müssen, daß es, ähnlich wie diese, durch fette Oele oder andere Lösungsmittel daraus ausziehbar sein würde, allein das aus den bittern Mandeln leicht durch Pressen zu gewinnende fette Oel ist eben so mild und geschmacklos wie das aus süßen Mandeln; es läßt sich darin keine Spur von Blausäure oder flüchtigem Bittermandelöl entdecken, obwohl diese leicht löslich darin sind. Kocht man die bittern Mandeln mit Alkohol aus, so findet sich auch in die-

sem keine Spur weder von Blausäure noch von flüchtigem Bittermandelöl, man erhält aber daraus nach dem Verdunsten des Alkohols einen schönen weißen krystallinischen Körper, der in seiner leicht erfolgenden Lösung in Wasser einen schwach bittern Geschmack besitzt und von dem Zucker und dem Salicin durch einen geringen, aber nie fehlenden Stickstoffgehalt sich wesentlich unterscheidet. Aus diesem Körper mußte die Blausäure und das Bittermandelöl entstanden, oder die sie liefernden unbekannten Materien in den Mandeln müssen zu Amygdalin durch die Wirkung des Alkohols zusammengetreten sein, dies war der Schluß, zu welchem der Entdecker des Amygdalins geführt wurde; und da er den Schlüssel zum Räthsel nicht fand, so schrieb er, wie dies so häufig geschieht, die Bildung des Amygdalins oder seine Umwandlung in Blausäure und Bittermandelöl der Mitwirkung eines unfaßbaren, unbegreiflichen Wesens zu, was sich seiner Natur nach der menschlichen Erkenntniß entzöge.

Alles hat sich aber höchst einfach erklärt; es hat sich gezeigt, daß, wenn man eine Auflösung von Amygdalin in Wasser mit frischer Mandelmilch zusammenbringt, es sich in wenigen Augenblicken zerlegt, und in Folge einer neuen Ordnungsweise das Amygdalin-Atom sich in Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl, Zucker, Ameisensäure und Wasser spaltet, deren Elemente (im Ganzen

neunzig Atome sich alle in dem Amygdalinatom zu einer einzigen Gruppe vereinigt finden.

Die Menge des Amygdalins, welches durch die Wirkung des Pflanzenkäses unter diesen Umständen in diese Verbindungen zerfällt, ist einigermaßen abhängig von der Menge des Wassers in der Mischung: je nachdem das Wasser hinreicht, um alle Producte, die sich bilden, aufzulösen oder nicht, wird alles Amygdalin oder nur ein Theil davon zersetzt. Das flüchtige Bittermandelöl braucht zu seiner Auflösung dreißig Theile Wasser, die anderen Producte bedürfen weniger. Setzt man nun der Mandelmilch soviel Amygdalin hinzu, daß auf dreißig Theile Wasser nicht mehr wie ein Theil des erzeugten Bittermandelöls kommt, so verschwindet alles Amygdalin; setzt man der Mischung mehr Amygdalin hinzu, so erleidet dies keine weitere Veränderung mehr. Man sieht leicht, daß die chemische Verwandtschaft des Wassers (sein Lösungsvermögen) in diesem Zersetzungsproceß eine Rolle spielt; seine Anziehung zu einem der Producte wirkt als eine Ursache der Umsetzung mit ein. Da nun der weiße Bestandtheil der bittern Mandeln ganz identisch ist mit dem Pflanzenkäse der süßen Mandeln, so sieht man leicht ein, daß das Bestehen des Amygdalins in den Mandelkernen lediglich an die Menge der darin enthaltenen Feuchtigkeit gebunden ist. Eine der kleinen Menge Wasser in dem Kerne entsprechende Menge Amygdalin ist darin

nur seinen Producten nach da; werden die Kerne fein zerstoßen mit mehr Wasser zusammengebracht, in Mandelmilch z. B. verwandelt, so nimmt mit der Menge des zugesetzten Wassers der Amygdalingehalt ab, bis er dann zuletzt, bei mehr Wasser, völlig verschwindet.

Das Verhalten des Amygdalins und des weißen, käseähnlichen Bestandtheils der Mandelkerne gewinnt ein noch höheres Interesse, wenn man sich erinnert, daß die Gegenwart von Amygdalin in den Kernen von dem zufälligen Standorte des Baumes abhängig ist. Zwischen zwei Bäumen, von denen der eine süße, der andere bittere Mandeln trägt, haben die Botaniker keine wahrnehmbare Verschiedenheit gefunden. Es sind Fälle bekannt, wo das einfache Versetzen einen Baum süße Mandeln tragen machte, der vorher bittere Mandeln lieferte; gewiß eines der interessantesten Beispiele des Einflusses, den gewisse Bestandtheile im Boden auf den Lebensproceß der Pflanzen ausüben.

Der Einfluß, welchen die Gegenwart von Wasser auf die Existenz gewisser organischen Verbindungen ausübt, geht aus den angeführten Thatsachen zur Genüge hervor; es gibt noch eine Menge anderer, welche zu viel Interesse darbieten, als daß sie hier übergangen werden könnten.

Jedermann weiß, daß gepulverter schwarzer Senf mit Wasser zu einem Brei angerührt, nach wenigen Minuten eine Mischung gibt, welche auf die Haut eine

außerordentlich reizende, ja Blasen ziehende Wirkung äußert. Diese Wirkung rührt von einem flüchtigen, sauerstofffreien, schwefelhaltigen Oele her, was man durch Destillation mit Wasser, ganz wie das Bittermandelöl aus bittern Mandeln, gewinnen kann.

Diesem Oel verdankt der gewöhnliche Tafelsenf seinen Geruch und Geschmack; in reinstem Zustande ist es von fürchterlicher Schärfe.

In dem Senfsamen ist nun keine Spur von diesem Oele enthalten, das daraus gepreßte fette Oel ist mild und ohne Schärfe; das flüchtige Oel entsteht aus einem nicht scharfen, schwefel- und stickstoffreichen Körper, der durch die Wirkung des in den Samen enthaltenen Pflanzenkäses, beim Hinzubringen einer hinreichenden Menge Wassers, augenblicklich eine Umsetzung erfährt; das flüchtige Senföl ist eins der aus seinen Elementen hervorgehenden neuen Producte.

Aehnlich wie der Pflanzenkäse in den Samen der Senfpflanze und des Mandelbaums durch den Zustand der Umsetzung, in den er bei Gegenwart von Wasser augenblicklich übergeht, eine zersetzende Wirkung auf andere Bestandtheile der nämlichen Samen ausübt, verhalten sich die dem Pflanzenkäse ähnlich zusammengesetzten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile beinahe aller Pflanzensamen und namentlich der in den Getreide-Arten enthaltene sogenannte Kleber.

Roggenmehl, Weizenmehl und andere Mehlsorten geben mit der zwanzigfachen Menge Wasser von fünf- und siebenzig Grad einen dicken Kleister, der nach wenigen Stunden schon in dieser Temperatur dünnflüssig wird und einen rein süßen Geschmack annimmt; das Amylon des Mehls nimmt eine gewisse Menge Wasser auf und geht in Folge einer neuen Ordnungsweise seiner Atome zuerst in eine Art Gummi, sodann in Traubenzucker über. Diese Umwandlung wird bedingt durch den in Zersetzung übergehenden Kleber des Mehls; das Flüssigwerden des Teiges in der Brodbereitung beruht auf derselben Ursache.

Bei dem Keimen des Getreides geht ganz dieselbe Zuckerbildung vor sich; alles in dem Weizen-, Roggen-, Gerstensamen enthaltene Stärkmehl wird mit der Entwickelung des Keimes durch den Einfluß der daneben liegenden Klebertheilchen in Zucker übergeführt. Der Kleber selbst nimmt ganz veränderte Eigenschaften an, er wird wie das Stärkmehl in Wasser löslich. Wird der wässerige Auszug des gekeimten Getreides (des Malzes), die sogenannte Würze in der Bierbereitung, bis zum Sieden erhitzt, so scheidet sich eine Menge dieses löslich gewordenen Klebers in einem Zustande ab, in welchem er sich vom geronnenen thierischen Eiweiß den Eigenschaften und der Zusammensetzung nach nicht mehr unterscheiden läßt. Der übrige Theil des Klebers kann-

det ſich in der Würze in der nämlichen Beſchaffenheit wie der ihm ähnlich zuſammengeſetzte ſchwefel- und ſtickſtoffhaltige Beſtandtheil in dem Traubenſafte; in der Gährung des Biers ſetzt er ſich als Hefe ab, die in Form und Eigenſchaften von der Weinhefe nicht verſchieden iſt.

In der lebenden Natur beobachten wir in einem groſſen Maaſſtabe Erſcheinungen ähnlicher Art, welche von ganz gleichen oder ähnlichen Urſachen bedingt werden. Viele Holzpflanzen enthalten gegen den Herbſt hin in der Holzſubſtanz abgelagert eine dem Stärkmehl der Kartoffeln oder der Getreide-Arten ganz gleiche Subſtanz, welche mit dem erwachenden Leben in der Pflanze im Frühling in Zucker übergeführt wird. Der aufſteigende Saft des Ahorns iſt ſo reich an Zucker, daß man ihn an Orten, wo er als Wald vorkommt, zur Zuckergewinnung benutzt. Wir haben allen Grund, zu glauben, daß dieſer Zucker in Folge einer ähnlichen Umſetzung gebildet wird, wie der Zucker in keimenden Samen.

Das Süßwerden oder das ſogenannte Nachreifen des Winterobſtes auf dem Lager, iſt der Erfolg einer wahren Gährung. Die unreifen Aepfel und Birnen enthalten eine beträchtliche Menge Stärkmehl, welches durch den in Zerſetzung übergehenden ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheil des Saftes in Zucker übergeführt wird.

Als ein Product der Gährung von Fichtenreiſig (der Blätter und kleinen Zweige) hat Redtenbacher neuer-

dings die Ameisensäure aufgefunden. Diese Entdeckung ist um so interessanter, da sie hochwahrscheinlich der Schlüssel zu dem Gehalte dieser Säure in den Ameisen ist, namentlich derjenigen Arten, die in ihrer Nahrung keine Stoffe genießen, woraus sich Ameisensäure bilden könnte.

Die thierische Haut, die Schleimhaut des Magens und der Eingeweide, die Substanz der Harnblase haben eine Menge Eigenschaften mit dem Kleber und der Hefe gemein. In frischem Zustande haben diese Stoffe nicht die mindeste Wirkung auf Amylon oder Milchzucker, allein nur wenige Stunden im Wasser liegend, oder sonst der Luft ausgesetzt, gehen sie in einen Zustand der Zersetzung über, der sie fähig macht, das Amylon in Zucker, den Milchzucker in Milchsäure mit außerordentlicher Schnelligkeit überzuführen.

Seit undenklichen Zeiten wird diese Eigenschaft der Schleimhaut des Magens junger Kälber benutzt, um die Milch in der Käsebereitung zum Gerinnen zu bringen, oder, was das Nämliche ist, die Scheidung des Käses von den übrigen Bestandtheilen der Milch zu bewirken.

Der Käse verdankt seine Löslichkeit in der Milch dem Vorhandensein von phosphorsaurem und freiem Alkali, dessen Gegenwart an dem Blauwerden von geröthetem Lakmuspapier in der frischen Milch leicht erkannt werden kann. Der Zusatz von einer jeden Säure, wodurch das Alkali hinweggenommen wird, macht, daß

ſich der Käſe in ſeinem natürlichen, unlöslichen Zuſtande abſcheidet. Dieſe für das Gerinnen der Milch unentbehrliche Säure wird in der Käſebereitung nicht zugeſetzt, ſondern in der ſüßen Milch auf Koſten des vorhandenen Milchzuckers erzeugt. Eine kleine Menge Waſſer, welche mit einem Stückchen Labmagen einige Stunden oder über Nacht in Berührung gelaſſen war, nimmt eine kaum wägbare Menge der in Zerſetzung übergegangenen Schleimhaut auf, und der Milch zugemiſcht, überträgt ſich der Zuſtand derſelben, was hier das Wichtigſte iſt, nicht dem Käſe, ſondern dem Milchzucker, deſſen Elemente ſich in Milchſäure umſetzen, wodurch das Alkali neutraliſirt und der Käſe zum Abſcheiden gebracht wird. Vermittelſt Lakmuspapier läßt ſich dieſer Proceß in allen ſeinen Stadien verfolgen; mit dem beginnenden Gerinnen verliert ſich die alkaliſche Reaktion der Milch; wird der Käſe nicht ſogleich von den Molken getrennt, ſo ſchreitet die Milchſäurebildung fort, die Flüſſigkeit wird ſauer und der Käſe ſelbſt geht in Zerſetzung über.

Der friſche, weiße, durch Auspreſſen und Salzzuſatz von dem Waſſer und Milchzucker ſorgfältig befreite Käſe iſt ein Gemenge von Butter und Käſeſtoff: er enthält allen phosphorſauren Kalk und einen Theil des phosphorſauren Natrons der Milch; beim Aufbewahren in kühlen Räumen geht eine Reihe von Veränderungen in ihm vor, in deren Folge er ganz neue Eigenſchaf-

ten gewinnt: er wird allmälig durchscheinend, durch seine ganze Masse hindurch mehr oder weniger weich, nimmt eine schwach saure Reaction und den eigenthümlichen Käsegeruch an. Frisch ist er sehr wenig löslich im Wasser, aber zwei bis drei Jahre sich selbst überlassen, wird er von kaltem Wasser, namentlich wenn das vorhandene Fett vorher entfernt wird, beinahe völlig zu einer Flüssigkeit aufgenommen, die, wie die Milch, von Essigsäure und Mineralsäuren zum Gerinnen gebracht wird. Der unlösliche Käse kehrt beim sogenannten Reifen in einen ähnlichen Zustand, wie in der Milch, zurück. In den beinahe geruchlosen englischen, holländischen, Schweizer und besseren französischen Käsesorten ist der Käsestoff der Milch unverändert vorhanden, ihr Geruch und Geschmack rühren von der zersetzten Butter her. Die Margarin- und Oelsäure, die nicht flüchtigen, die Buttersäure, Caprin- und Capronsäure, die flüchtigen Säuren der Butter werden in Folge der Zersetzung des Oelzuckers frei.

Die Buttersäure ertheilt dem Käse seinen eigentlichen Käsegeruch, die Verschiedenheit seines stechenden, aromatischen Geschmacks ist von dem Verhältniß der frei vorhandenen Buttersäure, Caprin- und Capronsäure abhängig.

Der Uebergang des Käsestoffs aus dem unlöslichen in den löslichen Zustand beruht auf der Zersetzung des phosphorsauren Kalks durch die Margarinsäure der Butter; es entsteht margarinsaurer Kalk, während die

Phosphorsäure mit dem Käsestoff sich zu einer in Wasser löslichen Verbindung vereinigt.

In den schlechteren Käsesorten, namentlich den mageren Kasen, rührt der Geruch von schwefelhaltigen, übelriechenden Producten her, die sich durch die Zersetzung (Fäulniß) des Käsestoffs bilden. Die Uebertragung der eintretenden Veränderung, welche die Butter (in dem Verwesungsproceß, den man in diesem Falle das Ranzigwerden nennt) oder der noch vorhandene Milchzucker erfährt, auf den Käsestoff, verändert, wie sich von selbst versteht, mit der Zusammensetzung seine Nahrhaftigkeit und Ernährungsfähigkeit; eine sorgfältige Entfernung des Milchzuckers (der Molken) und eine niedrige Temperatur während der Zeit des sogenannten Reifens sind, die übrigen als gegeben vorausgesetzt, die Hauptbedingungen zur Bereitung edler Käsesorten *).

*) Die Qualität des so vorzüglichen, aus Schafmilch bereiteten Roquefort-Käses hängt ausschließlich von den Räumen ab, in denen die gepreßten Käse während der Zeit des Reifens aufbewahrt werden; es sind dies mit Gebirgsgrotten oder Spalten in Verbindung stehende Keller, die durch Luftströme aus den Spalten des Gebirgs sehr kühl (fünf bis sechs Grad) erhalten werden. Je nach ihrer Temperatur haben diese Keller einen höchst ungleichen Werth. Giron (Ann. de chimie et de phys. XLV, p. 371) führt an, daß ein Keller, dessen Construction nicht über zweitausend Franken gekostet hatte, zu zweimalhundertfünfzehntausend Franken verkauft wurde. Dieser Preis dürfte wohl als ganz entscheidend für den Einfluß angesehen werden können, den die Temperatur auf die Qualität der Käse hat.

Der Unterſchied im Geſchmack und Geruch der verſchiedenen Käſeſorten hängt von der Methode der Darſtellung, von dem Zuſtande des Labs, dem Salzzuſatz und den atmoſphäriſchen Bedingungen während der ganzen Dauer der Behandlung ab; gewiß iſt, daß die von den Thieren genoſſenen, namentlich aromatiſchen Pflanzen nicht ganz ohne Einfluß auf die Qualität des Käſes ſind; aber dieſer Einfluß iſt höchſt untergeordnet. Die Milch der Kuh iſt im Frühling, Sommer und Herbſt höchſt ungleich in ihrer Zuſammenſetzung, was in den daraus in einer Gegend bereiteten Käſen keine in die Augen fallende Verſchiedenheit zur Folge hat. Die nämliche Fläche konnte in verſchiedenen Zeiten keinen Käſe von gleicher oder ähnlicher Beſchaffenheit liefern, wenn die Verſchiedenheit der Pflanzen wirklich hierbei in Betracht kam, eben weil die Entwickelung und Blüthe der Pflanzen, von denen die Milch ſtammt, einer ungleichen Jahreszeit angehörte. Das ganze Fabrikationsverfahren iſt, wie ſich Schreiber dieſes verſichert hat, in Cheddar ganz anders wie in Gloceſterſhire, und da wieder anders wie in der Gegend, wo die Stilton-Käſe gemacht werden.

Das Lab von jungen Kälbern oder die Schleimhaut des Magens der Thiere überhaupt zeigt nun neben der Fähigkeit, den Milchzucker in Milchſäure umzuwandeln, noch die Eigenſchaft, feſte thieriſche Stoffe bei Gegen-

wort von schwacher Salzsäure auflöslich zu machen oder zu verflüssigen, und die hierbei beobachteten Erscheinungen haben auf den Verdauungsproceß im lebendigen Thierkörper ein unerwartetes Licht verbreitet. Allen sogenannten Gährungserregern gehört vieles flüssigmachende Vermögen in einem gewissen Stadium ihrer Umsetzung an, wir haben es beim Malzauszug und Kleber in Beziehung auf das Amylon schon kennen gelernt; allein in dieser Eigenschaft werden beide von der Magenschleimhaut bei weitem übertroffen. Wenn man ein Stückchen Labmagen einige Stunden in warmes Wasser legt, welches mit so wenig Salzsäure versetzt ist, daß es kaum bemerklich sauer schmeckt, so hat man eine Flüssigkeit, die auf gekochtes Fleisch, auf Kleber und hartgeschottenes Eiweiß genau so wirkt, wie der Magensaft im lebendigen Magen, welcher gleich dieser künstlichen Verdauungsflüssigkeit eine von Salzsäure verursachte saure Reaction besitzt. Einer Temperatur von siebenunddreißig Grad (der Temperatur des Magens) ausgesetzt, wird das Muskelfleisch, das hartgeschottene Eiweiß sehr rasch an den Rändern schleimig und durchscheinend und nach wenig Stunden schon zu einer von Fettflocken schwach getrübten Flüssigkeit vollkommen aufgelöst. Die auflösende Kraft, welche die Salzsäure für sich besitzt, wird durch eine kaum wägbare Menge der in den Zustand der Umsetzung übergegangenen Schleimhaut in dem Grade

beſchleunigt, daß die Auflöſung jetzt in dem fünften Theil der Zeit, die ſonſt dazu gehört, vor ſich geht. Die neuere Phyſiologie hat dargethan, daß in jeder Verdauung ſich die ganze äußerſte Magenoberhaut, das Epithelium, ablöſt; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Subſtanz derſelben, mit Sauerſtoff in Berührung, den der Speichel in der Form von ſchaumartig eingeſchloſſener Luft dem Magen zuführt, eine Veränderung erfährt, in deren Folge die Auflöſung und Verflüſſigung des Mageninhaltes in der kürzeſten Zeit erfolgt.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, daß das beſchleunigende Auflöſungsvermögen, welches die Magenſchleimhaut der ſalzſäurehaltigen Flüſſigkeit ertheilt, von der Gegenwart eines eigenthümlichen Stoffes, einer Art Verdauungsſtoff abhängig ſei; dieſelbe Meinung hat man in Beziehung auf den im Malzauszug enthaltenen Stoff gehegt, durch welchen das Amylon in Zucker übergeführt wird, man hat dieſen Materien ſogar beſondere Namen gegeben. Allein was man mit Pepſin oder Diaſtaſe bezeichnet, iſt nichts anders als der in Zerſetzung übergegangene Theil der Schleimhaut oder des Klebers; ihre Wirkungen ſind wie bei der Hefe nur von ihrem Zuſtande abhängig.

Mit einem Stück Magenhaut können wir in einem gewiſſen Zuſtande der Zerſetzung eine Menge feſter Stoffe zur Auflöſung bringen, in einem andern Stadium

führen wir damit Amylon in Zucker, Zucker in Milchsäure, Mannit und Schleim, oder in Alkohol und Kohlensäure über. So verhält es sich denn auch mit einem wässerigen Auszug von frischem Gerstenmalz, in welchem Stärkekleister in wenigen Minuten in Traubenzucker übergeführt werden kann; er verliert diese Fähigkeit nach wenigen Tagen schon, und nimmt jetzt die Eigenschaft an, den Traubenzucker in Milchsäure, Mannit und Gummi umzuwandeln; nach acht bis zehn Tagen verliert sich auch diese vollkommen, der Auszug wird trübe und mit Zucker in Berührung bewirkt er jetzt die Zerlegung des Zuckeratoms in Alkohol und Kohlensäure.

Die in dem Vorhergehenden berührten Erscheinungen, in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, beweisen, daß die in den Gährungsprocessen vor sich gehenden Umwandlungen und Zerlegungen durch eine Materie bewirkt werden, deren kleinste Theilchen sich in einem Zustand der Umsetzung und Bewegung befinden, die sich andern nebenliegenden, ruhenden Atomen mittheilt, so daß auch in diesen, in Folge der eingetretenen Störung des Gleichgewichtes der chemischen Anziehung die Elemente und Atome ihre Lage ändern und sich zu einer oder mehreren neuen Gruppen ordnen.

Wir beobachten, daß die in den Gährungen gebildeten Producte wechseln mit der Temperatur und dem Zustand der Umsetzung, in welchem sich die Theilchen des

Gährungserregers bestanden; es ist klar, daß die neue Ordnungsweise der Atome, welche die Natur und die Eigenschaften der neugebildeten Produkte bedingt, in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu der Art und Weise, zu der Richtung und Stärke der auf sie einwirkenden Bewegung.

Alle organischen Stoffe sind Gährungserreger oder Fermente, sobald sie in Zersetzung übergegangen sind; in einem jeden organischen Atom pflanzt sich die eingetretene Veränderung fort, der in sich selbst, durch die in ihm thätige Kraft, nicht vermögend ist, die Bewegung durch Widerstand aufzuheben. Faulendes Fleisch, Blut, Galle, Horn, die Schleimhaut des Magens theilen mit den in Pflanzentheilen oder Pflanzensäften vorkommenden Substanzen einerlei Vermögen; die gährungserregenden Materien, worunter man diejenigen complexen Atome begreift, die bei der bloßen Veränderung mit Wasser oder Sauerstoff in Zellgewebsmischung übergehen, besitzen Eigenschaften, die allen gemein sind; sie üben ein jeder für sich wieder besondere Wirkungen aus, durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden. Die letzteren stehen in der engsten Beziehung zu ihrer Zusammensetzung. Der Pflanzenkäse der Mandeln wirkt auf Amylon und Zucker ganz wie Kleber oder Hefe, allein durch beiden letzteren sind nicht vermögend, das Eiweiß im Eidotter und Zucker, das Amygdalin im Blausäure und Bittermandelöl

zerfallen zu machen. In ähnlicher Weise erlangen thierische Membranen in gewissen Zuständen alle Eigenschaften des gährenden thierischen Käses, allein letzterer hat auf das Lösungsvermögen der Salzsäure, auf die Verflüssigung von gekochtem Eiweiß und Fleisch keinen bemerklichen Einfluß.

Alle Erscheinungen der Gährung zusammengenommen, beweisen den längst schon von Laplace und Berthollet aufgestellten Grundsatz, „daß ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molecule) seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen kann, welches sich in Berührung damit befindet.“ Dies ist ein Gesetz der Dynamik, von der allgemeinsten Geltung überall, wo der Widerstand (die Kraft, Lebenskraft, Verwandtschaft, elektrische Kraft, Cohäsionskraft), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Als eine neu erkannte Ursache der Form und Beschaffenheitsveränderung in chemischen Verbindungen, ist dieses Gesetz der größte und bleibendste Gewinn, den das Studium der Gährung der Wissenschaft erworben hat.

Fünfzehnter Brief.

Die erste und wichtigste Ursache aller Umwandlungen und Veränderungen, welche die organischen Atome erleiden, ist, wie in dem vorhergehenden Briefe erwähnt, die chemische Action des Sauerstoffs; Gährung und Fäulniß stellen sich erst in Folge eines beginnenden Verwesungsprocesses ein; ihre Vollendung ist die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes; indem sich der Sauerstoff mit einem der Elemente des organischen Körpers verbindet, wird der ursprüngliche Zustand des Gleichgewichtes der Anziehung aller Elemente aufgehoben, er zerfällt und spaltet sich in Folge der Ausgleichung aller Anziehungen in eine Reihe von neuen Producten, welche, wenn nicht neue Störungen, neue Ursachen der Veränderung auf sie einwirken, keinem weiteren Wechsel in ihren Eigenschaften mehr unterliegen.

Allein wenn auch die chemische Action, welche die Elemente der organischen Atome in der Gährung und Fäulniß auf einander auszuüben vermögen, in der Art sich völlig ausgleicht, daß zwischen den Anziehungen der neugebildeten Producte ein Ruhezustand sich einstellt, so findet ein solches Gleichgewicht in Beziehung auf ihre Anziehung zum Sauerstoff in keiner Weise statt. Die chemische Action des Sauerstoffs hört erst dann auf, wenn die Fähigkeit ihrer Elemente, sich mit Sauerstoff zu verbinden, erschöpft ist. Die chemische Action des Sauerstoffs ist ja nichts anders als das Streben nach Verbindung; eine Ausgleichung dieses Strebens kann, wie sich von selbst versteht, erst dann eintreten, wenn durch die Wirkung des Sauerstoffs Producte gebildet werden, denen das Vermögen, noch mehr Sauerstoff in sich aufzunehmen, völlig abgeht; erst dann befinden sich ihre eigenen Anziehungen mit denen des Sauerstoffs im Gleichgewicht.

Die Gährung oder Fäulniß stellt das erste Stadium des Rückganges der zusammengesetzteren organischen Atome in einfachere Verbindungen dar; mit dem Uebergang der Producte der Gährung und Fäulniß in luftförmige Verbindungen durch den Verwesungsproceß vollendet sich der Kreislauf; die Elemente der organischen Wesen, welche ursprünglich, ehe sie Antheil an den Lebensprocessen nahmen, Sauerstoffverbindungen waren, der

Kohlenstoff und Wasserstoff nehmen die Form von Sauerstoffverbindungen wieder an. Der Verwesungsproceß ist ein bei gewöhnlicher Temperatur erfolgender Verbrennungsproceß, in welchem die Producte der Gährung und Fäulniß der Pflanzen und Thierleiber sich allmälig mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Kein Organismus, kein Theil eines Thieres oder einer Pflanze ist fähig, nach dem Verlöschen der Lebensthätigkeit, der chemischen Actien, welche Luft und Feuchtigkeit auf sie ausüben, zu widerstehen, denn aller Widerstand, den sie als Träger und Vermittler der Lebensäußerungen vorübergehend besaßen, hört mit dem Tode völlig auf; ihre Elemente fallen der unbeschränkten Herrschaft der chemischen Kräfte wieder anheim.

Mit der Lichtung der Urwälder Amerika's, mit der erhöhten Leichtigkeit des Zutritts der Luft zu dem an Pflanzenüberresten so reichen Boden, ändert sich allmählig seine Beschaffenheit; nach einer gewissen Anzahl von Jahren findet sich keine Spur dieser Ueberreste mehr vor. Die Oberfläche Germaniens war zu Tacitus Zeiten mit einem undurchdringlichen Walde bedeckt, der Boden muß damals dieselbe Beschaffenheit gehabt haben wie die Dammerde der Urwälder Amerika's; aber alle diese Producte des Pflanzenlebens sind für unsere Wahrnehmung völlig verschwunden. Die Milliarden von Schaltthieren und andern Thieren, deren Ueberreste ganze Gebirgslager

bilden, ihre Leiber sind nach dem Tode in Gährung und Fäulniß und durch die fortdauernde Einwirkung der Atmosphäre in luftförmige Verbindungen übergegangen, und ihre Gehäuse, ihre Knochen, ihre unzerstörbaren Bestandtheile legen Zeugniß ab von einem unausgesetzt verlöschenden und stets sich wieder erneuernden Leben.

Nur an Orten oder in Lagen, wo der Zutritt des Sauerstoffs beschränkt oder abgeschlossen war, finden wir, wie in den Torf- und Braunkohlenlagern, die erkennbaren Ueberreste urweltlicher Vegetationen in einem verlangsamten Zustande der Verwesung noch vor.

Zum Eintreten und zur Vollendung des Oxydationsprocesses der Verwesung sind Wasser und eine angemessene Temperatur, ganz wie bei der Gährung oder Fäulniß, durchaus nothwendige Bedingungen; Austrocknen oder Eiseskälte hebt alle Verwesungs- und Gährungsprocesse auf; die Uebertragung der eingetretenen Selbstentmischung von einem Theilchen zum andern setzt einen Ortswechsel, die Beweglichkeit dieser Theilchen voraus, welche durch das Wasser möglich gemacht und vermittelt wird; bei der Verwesung ist es im Besondern eine gewisse erhöhte Temperatur, wodurch die Fähigkeit der Elemente, sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu verbinden, gesteigert wird.

Eine Menge organischer Materien sind im feuchten Zustande fähig, Sauerstoff aufzunehmen; vielen andern,

man kann sagen, den meisten, geht diese Fähigkeit für sich völlig ab.

Wenn wir nasse Sägespäne oder feuchtes Holz in ein Gefäß mit Luft bringen, so ändern sich in sehr kurzer Zeit alle Eigenschaften dieser Luft. Ein angezündeter Holzspan, der im Anfange darin fortbrannte, verlischt nach zwei bis drei Stunden in dieser Luft ganz so, wie wenn man ihn brennend in Wasser getaucht hätte. Eine genauere Untersuchung ergibt, daß aller Sauerstoff der Luft völlig verschwindet, und daß seine Stelle eingenommen wird durch ein dem Sauerstoff gleiches Volumen Kohlensäure. Wird die kohlensäurehaltige Luft entfernt und durch frische ersetzt, so stellt der nämliche Proceß sich auf's neue ein, ihr Sauerstoff verwandelt sich in Kohlensäure. Wenn wir die Holzspäne angezündet in dieser Luft hätten fortbrennen lassen, so wäre die eingetretene Veränderung der Luft ganz die nämliche gewesen.

In dem Bleichen der Farben an der Luft oder der sogenannten Rasenbleiche hat man den Verwesungsproceß in einem großen Maaßstabe in technischer Anwendung. Die Leinwand oder Baumwolle ist gewöhnliche Holzfaser, mehr oder weniger gefärbt durch fremde, in der Pflanze enthaltene oder in der Darstellung hinzugekommene organische Substanzen. Mit Wasser benetzt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, stellt sich augenblicklich an der ganzen Oberfläche ein langsamer Verbrennungs-

proceß ein, der Sauerſtoff der das Zeug berührenden Luft wird unausgeſetzt in Kohlenſäure verwandelt. Das Gewicht des Stoffes nimmt, eben weil er verbrennt, in jeder Zeitſecunde ab, die färbenden Materien verſchwinden allmälig und mit ihnen eine beträchtliche Menge Holzfaſer, indem ihre Elemente in Sauerſtoffverbindungen übergehen. Bei einer länger dauernden Einwirkung verliert das Zeug ſeinen Zuſammenhang und verwandelt ſich in eine der Papiermaſſe ähnliche Materie, welche fortfährt zu verweſen, ſo lange die Bedingungen zur Sauerſtoffaufnahme oder zur Verweſung noch vorhanden ſind.

In einer ganz ähnlichen Weiſe wie das Holz, wie der ſtickſtofffreie Hauptbeſtandtheil der Pflanzen, verhalten ſich die ſtickſtoffhaltigen. Friſches Fleiſch, die gewöhnliche Bier- oder Weinhefe, eins der erſten Producte der Umſetzung der ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Pflanzen durch Gährung, entzieht der Luft ihren Sauerſtoff, und gibt an ſie wie das Holz ein gleiches Volumen Kohlenſäure zurück. So fanden ſich bei der Verlegung des Kirchhofes des Innocens aus dem Innern der Stadt vor die Thore von Paris die meiſten Leichen, bis zu einer Tiefe von ſechszig Fuß, dem Anſcheine nach in Fett verwandelt. Die Subſtanz der Haut, Muskeln, Zellen und Sehnen war bis auf die Knochen völlig verſchwunden, nur das der Verweſung am längſten widerſtehende Fett der Leichen war als Stearinſäure zurückgeblieben, von

welcher damals Hunderte von Centnern von den Seifensiedern in Paris zu Lichtern und Seife verarbeitet wurden. Von Fleisch, was man in fließendem Wasser aufhängt, oder in feuchter Erde vergräbt, bleibt nach einem gewissen Zeitraume nichts als das darin enthaltene Fett zurück.

Alle verwesenden Materien verhalten sich im feuchten Zustande gegen das Licht bei gewöhnlicher Temperatur ganz wie wenn man sie getrocknet der Glühhitze ausgesetzt hätte; sie gehen in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, sie verbrennen.

Dem Weingeist, einem andern Producte der Gährung zuckerhaltiger Pflanzensäfte, geht das Vermögen, so wie diese zu verwesen, völlig ab; in reinem Zustande oder mit Wasser gemischt der Luft ausgesetzt, verdampft er zuletzt, allein ohne sich mit Sauerstoff zu verbinden; man weiß, daß er sich in höherer Temperatur leicht entzündet und zu Kohlensäure und Wasser verbrennt; es ist klar, daß seine Elemente eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, die höhere Temperatur ist ja nur eine Bedingung zu ihrer Aeußerung. Ganz wie der Weingeist verhalten sich Wasserstoffgas und viele brennbare Körper; erst in gewissen Wärmegraden äußert sich ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff.

Auch in dem Verwesungsproceß hat man den merkwürdigen Einfluß erkannt, den eine im Zustand der Un-

ſetzung oder Thätigkeit begriffene Materie auf die Theilchen einer daneben liegenden ausübt, welche für ſich allein nicht fähig iſt, in den nämlichen Zuſtand der Umſetzung, Veränderung oder Thätigkeit überzugehen.

Bei Berührung mit einer verweſenden Subſtanz zeigen nämlich eine Menge Materien bei gewöhnlicher Temperatur Verwandtſchaft zum Sauerſtoff, ſie geben eine Verbindung mit ihm ein, welche ſonſt erſt durch höhere Hitzgrade vermittelt werden kann. Der Zuſtand der Sauerſtoffaufnahme eines verweſenden Körpers überträgt ſich auf alle Materien, die ſich damit in Berührung befinden, ihre Verwandtſchaft wird durch ſeinen ihm eigenthümlichen Thätigkeitszuſtand erhöht und ihre Verbindung mit dem Sauerſtoff auf eine ähnliche, nicht weiter erklärbare Weiſe wie durch die Wärme vermittelt. Die Berührung mit einer verweſenden Materie iſt die Hauptbedingung der Verweſung für alle andere organiſche Subſtanzen, denen das Vermögen, ſich mit Sauerſtoff zu verbinden, bei gewöhnlicher Temperatur nicht zukommt. In Folge der vor ſich gehenden Verbindung ihrer Elemente mit dem Sauerſtoff ſteigt die Temperatur der verweſenden Materien über die des umgebenden Mediums; allein ſo groß auch der Einfluß iſt, den die Wärme auf die Beſchleunigung des Vorganges ausübt, ſie iſt nicht, wie in andern chemiſchen Proceſſen, die Urſache der Verwandtſchaftsäußerung zum Sauerſtoff.

Hängt man in einer Flasche voll gewöhnlicher Luft, der man eine gewisse Menge Wasserstoffgas zugesetzt hat, einen mit feuchten Sägespänen, Seide, Dammerde ꝛc. gefüllten Leinwandbeutel auf, so fahren diese Materien fort, ganz wie in freier Luft zu verwesen, sie verwandeln das sie umgebende Sauerstoffgas in Kohlensäure; das Bemerkenswertheste hierbei ist nun, daß auch der zugesetzte Wasserstoff verwest, daß er durch die Berührung mit diesen verwesenden Substanzen die Fähigkeit erhält, sich bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff zu verbinden. Wenn es an Sauerstoff nicht mangelt, so wird aller Wasserstoff in Wasser zurückgeführt.

Ganz wie das Wasserstoffgas verhalten sich andere brennbare einfache und zusammengesetzte Gase. Der Dampf von Weingeist z. B. in einem Raume, welcher verwesendes Holz oder andere verwesende Substanzen enthält, nimmt, wie das Wasserstoffgas, Sauerstoff aus der Luft auf, er verwandelt sich in Aldehyd, sodann in Essigsäure, welche, indem sie tropfbar-flüssig wird, sich der weiteren Einwirkung des Sauerstoffs entzieht. Auf dieser Eigenschaft verwesender Substanzen, die Anziehungen aller organischen Körper zum Sauerstoff, und namentlich die des Weingeistes, zu erhöhen, gründet sich die sogenannte Schnellessigfabrikation.

Während sonst die Ueberführung gegohrener Flüssigkeiten in Essig, des unvollkommnen Zutritts der Luft

wegen, Wochen und Monate lang dauerte, iſt man jetzt dahin gelangt, den Weingeiſt in weniger als vierundzwanzig Stunden in Eſſig zu verwandeln, hauptſächlich dadurch, daß man den mit Waſſer verdünnten Branntwein durch Fäſſer langſam fließen läßt, welche mit gehauenen oder gehobelten Holzſpänen angefüllt ſind, während gleichzeitig durch dieſe Späne ein ſchwacher Luftſtrom circulirt. Verglichen mit dem alten Verfahren, findet ſich durch dieſe Einrichtung die der Sauerſtoffaufnahme fähige Weingeiſt-Oberfläche ins Tauſend- und Mehrfache vergrößert; die natürliche Folge iſt, daß die Zeit der Verweſung deſſelben um das Ebenſovielfache verkürzt wird. Im Anfang, wenn die ſogenannten Eſſigbilder in Gang geſetzt werden, ſetzt man dem Branntwein gewöhnlich kleine Mengen ſolcher Stoffe zu, welche verwesbare Subſtanzen enthalten, wie Bierwürze, Honig, unfertigen Eſſig ꝛc.; allein ſehr bald geht die Holzoberfläche ſelbſt in den Zuſtand der Sauerſtoffaufnahme über, und vermittelt von da an den Uebergang des Branntweins in Eſſig, ohne weitere Mitwirkung von anderen verweſenden Materien.

Die Anwendung der Kenntniß des Verhaltens verweſender Materien auf die Bier- und Weinfabrikation liegt ganz nahe. Die Eigenſchaft des Biers oder Weins, bei Berührung mit der Luft in Eſſig überzugehen, beruht ſtets auf der Gegenwart fremder Subſtanzen, deren

Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen, sich den Weingeisttheilchen, mit denen sie in Berührung sind, überträgt; mit ihrer Entfernung geht dem Wein und Bier das Vermögen, sauer zu werden, gänzlich ab.

In dem Safte zuckerarmer Weintrauben bleiben nach vollendeter Gährung, nach dem Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist, eine beträchtliche Menge stickstoffhaltiger Bestandtheile mit den nämlichen Eigenschaften zurück, die sie im Safte vor der Gährung besaßen. In dem zuckerreichen Safte der Weintrauben aus südlichen Zonen ist das Verhältniß umgekehrt, es bleibt in diesen eine Menge Zucker unzersetzt, nachdem sich alle stickstoffhaltige Substanz im unauflöslichen Zustande der Hefe völlig abgeschieden hat. Diese letzteren Weine ändern sich an der Luft nur wenig, eine Säurung tritt für diese nur bei rothen Weinen ein, deren Farbstoff leicht veränderlich ist und, mit Luft in Berührung, die Rolle der stickstoffhaltigen Bestandtheile übernimmt.

Die in dem Weine nach der Gährung bleibenden stickstoffhaltigen Bestandtheile des Traubensaftes sind die früher erwähnten Gährungserreger des Zuckers; nach seiner Entfernung üben sie auf den Alkohol ganz die Wirkung aus, welche das verwesende Holz besitzt, sie sind die Erreger und Vermittler des jetzt eintretenden Säurungsprocesses.

Die Verwandtschaft dieser Substanzen zum Sauer-

stoff ist sehr groß: in der kurzen Zeit des Ueberfüllens von Wein aus einem Faß in ein anderes nehmen sie aus der Luft Sauerstoff auf, und versetzen den Wein in den Zustand der Säurung, welcher unaufhaltsam fortschreitet, wenn er nicht künstlich aufgehalten wird. Man weiß, daß dies durch das Schwefeln bewirkt wird. In dem Fasse, welches den Wein aufzunehmen bestimmt ist, wird ein Stück Schwefelspan verbrannt, die darin enthaltene Luft wird hierdurch ihres Sauerstoffs beraubt, es entsteht eine seinem Volumen gleiche Menge schweflige Säure, welche von der feuchten Holzoberfläche des Fasses mit Schnelligkeit absorbirt wird. Die schweflige Säure besitzt eine noch größere Verwandtschaft zum Sauerstoff, wie die im Weine enthaltenen Säurungserreger; indem sie sich von der inneren Faßoberfläche nach und nach im abgefüllten Weine vertheilt, und den Säurungserregern so wie der Flüssigkeit selbst allen aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff wieder entzieht, wird der Wein in den Zustand zurückversetzt, den er vor dem Abfüllen besaß. Die schweflige Säure findet sich im Wein in Schwefelsäure verwandelt.

Bei dem Lagern der Weine findet durch die Holzwände der Fässer ein beständiger, wiewohl sehr langsamer Luftwechsel statt, oder, was das Nämliche ist, der Wein ist unausgesetzt mit einer sehr kleinen Menge Sauerstoff in Berührung, woher es denn kommt, daß sich nach einer

gewissen Zeit die ganze vorhandene Menge des Säurungserregers im Wein in der Form der sogenannten Unterhefe abscheidet.

Die Ausscheidung der Wein- und Bierhefe während der Gährung des Traubensaftes oder der Bierwürze geschieht in Folge einer Sauerstoffaufnahme, oder, was das Nämliche ist, durch einen im Innern der gährenden Flüssigkeit vor sich gehenden Oxydationsproceß. Der stickstoffhaltige Bestandtheil der Gerste ist für sich im Wasser nicht löslich; im Malzproceß wird er, während das Korn keimt, löslich im Wasser, er nimmt dieselbe Beschaffenheit an, welche der im Traubensafte enthaltene stickstoffhaltige Bestandtheil von Anfang an besitzt.

Durch Sauerstoffaufnahme verlieren beide ihre Löslichkeit im Wein oder Bier. Nach den besten hierüber angestellten Analysen ist die Wein- und Bierhefe weit reicher an Sauerstoff als die stickstoffhaltigen Substanzen, aus denen sie entstehet.

So lange noch gährende Zuckertheilchen in der Flüssigkeit neben diesen Materien vorhanden sind, ist es die Flüssigkeit selbst, welche durch Zersetzung von Wasser oder einer kleinen Menge Zucker den zu ihrem Uebergang in Hefe nöthigen Sauerstoff liefert; dieser Oxydationsproceß im Innern der Flüssigkeit, der ihre Abscheidung bedingt, findet mit dem Verschwinden des Zuckers seine Grenze; er stellt sich aber auf's Neue ein, wenn die Flüs-

sigkeit durch Zusatz von Zucker in den gährungsfähigen Zustand zurückversetzt wird; er stellt sich ferner ein, wenn die Oberfläche der Flüssigkeit mit Luft in Berührung gelassen wird; in letzterem Fall geschieht ihre Abscheidung auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, also in Folge ihrer Verwesung.

Es ist nun erwähnt worden, daß die Gegenwart dieser stickstoffhaltigen Materien neben Alkohol bei hinlänglichem Luftzutritt die Ueberführung des Alkohols in Essigsäure bedingt; nur die Ungleichheit ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff ist der Grund, daß beim Lagern des Weines, wo der Luftzutritt äußerst beschränkt ist, sich nur der stickstoffhaltige Bestandtheil, und nicht gleichzeitig auch der Alkohol oxydirt; in offenen Gefäßen würde der Wein unter diesen Umständen in Essig übergegangen sein.

Es ist nach dem Vorhergehenden klar, daß, wenn wir ein Mittel hätten, die Säurung des Alkohols, seinen Uebergang in Essigsäure bei einer unbeschränkten Zufuhr von Luft oder Sauerstoff zu hindern, wir damit in der kürzesten Zeit dem Wein und Bier eine unbegrenzte Haltbarkeit, die völlige Reife zu geben vermöchten; denn unter diesen Umständen würden sich alle die Säurung bewirkenden Materien des Weins und Biers mit Sauerstoff verbinden, sie würden in unauflöslichem Zustande abgeschieden werden. Mit ihrer Entfernung

würde der Alkohol das Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, gänzlich verlieren.

Dieses Mittel hat die Experimentirkunst in einer niedrigen Temperatur aufgefunden, und es hat sich darnach, namentlich in Baiern, ein Gährverfahren gebildet, auf welches die vollendetste Theorie einfacher und sicherer und den wissenschaftlichen Grundsätzen mehr entsprechend kaum hätte führen können.

Der Uebergang des Alkohols in Essigsäure durch Berührung mit einer verwesenden Substanz findet am raschesten statt bei einer Temperatur von fünfunddreißig Grad; unterhalb derselben nimmt die Verwandtschaft des Alkohols zum Sauerstoff ab; bei einer Temperatur von acht bis zehn Grad (des hunderttheiligen Thermometers) findet unter diesen Umständen keine Verbindung mehr statt; die Neigung oder die Fähigkeit der stickstoffhaltigen Substanzen, Sauerstoff anzuziehen, ist aber bei dieser niedrigen Temperatur kaum merklich geschwächt.

Es ist darnach einleuchtend, daß, wenn die Bierwürze, wie dies in Baiern geschieht, in weiten, offenen Gefäßen, welche dem Sauerstoff unbeschränkten Zutritt gestatten, der Gährung überlassen wird, und zwar in einem Raume, dessen Temperatur acht bis zehn Grad nicht übersteigt, eine Abscheidung der Säurungserreger gleichzeitig im Innern und an der Oberfläche der Flüssigkeit stattfindet. Das Klarwerden des Biers ist das Zei-

chen, woran man erkennt, daß keine weitere Abſcheidung mehr erfolgt, daß dieſe Materien, und damit die Urſachen der Säurung, entfernt ſind. Eine den Principien gemäß ganz vollkommene Entfernung derſelben hängt von der Erfahrung und Geſchicklichkeit des Brauers ab; ſie wird, wie man ſich leicht denken kann, nur in einzelnen Fällen erreicht, allein immer wird nach dieſem Gährverfahren ein in ſeiner Haltbarkeit und Güte das gewöhnliche weit übertreffendes Bier gewonnen.

Der ausgezeichnete Nutzen, den die Anwendung dieſer Grundſätze auf eine rationellere Weinbereitung haben muß, liegt auf der Hand, und kann in keiner Weiſe beſtritten werden; die unvollkommene Erkenntniß oder die Unkenntniß derſelben iſt offenbar der Grund, daß dieſe Gährmethode nicht längſt ſchon der Weinbereitung die großen Vortheile verſchafft hat, die ſich davon erwarten laſſen; denn der darnach bereitete Wein wird ſich zu dem gewöhnlichen verhalten, wie ein gutes bairiſches Bier zu gewöhnlichem Bier, zu deſſen Darſtellung dieſelbe Quantität Malz und Hopfen gedient hat. Der Wein muß dadurch in der kürzeſten Zeit die nämliche Reife und Güte erhalten, die er ſonſt erſt nach jahrelangem Lagern zeigt. Wenn man ſich erinnert, daß die Weinbereitung auf Ende October, alſo gerade in die kühle Jahreszeit fällt, die der Biergährung ſo günſtig iſt, daß hierzu keine anderen Bedingungen, als ein ſehr kühler Keller und

offene, weite Gährungsgefäße gehören, daß die Gefahr der Säurung beim Wein unter allen Umständen viel geringer ist, wie beim Bier, so wird man auf den besten Erfolg mit Sicherheit rechnen können *).

Ganz diesen Principien entgegen, findet die Gährung des Weins am Rhein an sehr vielen Orten nicht in kühlen Kellern, sondern in offenen, viel zu hoch und deßhalb zu warm liegenden Räumen statt, und man schließt durch aufgesetzte Blechröhren, die mit Wasser gesperrt sind, den Zutritt der Luft während der Gährung völlig ab. In dieser Hinsicht wirken diese Röhren jedenfalls nachtheilig auf die Qualität des Weins, sie sind in jeder andern als eine vollkommen nutz- und zwecklose Erfindung eines müßigen Kopfes zu betrachten, die man eben nachahmt, ohne sich weiter Rechenschaft zu geben.

*) Einer der intelligentesten Landwirthe und Weinproducenten des Großherzogthums Baden, Freiherr v. Babo, schrieb mir im April 1843 Folgendes: „Von der Behandlung meines rothen Weins im vorigen Herbste nach dem bairischen Gährverfahren kann ich Ihnen berichten, daß dieselbe wieder einen ausgezeichneten Erfolg hatte. Unsere weinbauenden Praktiker können die Sache nicht begreifen, so klar es ist, daß, was bei dem Bier von so vorzüglichem und anerkanntem Erfolge ist, auch bei dem Wein zweckmäßig sein muß." Ein Versuch, den Herr v. Babo im Herbst 1841 mit rothem Wein anstellte, war eben so günstig ausgefallen, ganz besonders in der Farbe. Die Gährung des rothen Weins konnte möglicher Weise eine Klippe sein, woran das Verfahren hätte scheitern können, allein nach diesen so gelungenen Versuchen halte ich es der allgemeinsten Anwendung fähig.

Sechszehnter Brief.

Die Eigenschaft organischer Materien, bei Berührung mit Luft in Verwesung und Gährung überzugehen, und in Folge dieses Zustandes in andern Substanzen Gährung oder Verwesung zu erregen, wird bei allen ohne Ausnahme durch die Siedhitze aufgehoben. Es ist dies sicher der sprechendste Beweis, daß die leichte Veränderlichkeit dieser Materien mit einer gewissen Ordnungsweise ihrer Atome zusammenhängt. Man darf sich nur an das Gerinnen des Eiweißes in der Hitze erinnern, um einzusehen, wie die Wärme hierbei wirkt. Die meisten der sogenannten Gährungserreger haben eine dem Eiweiß ähnliche Zusammensetzung, und gehen in höheren Temperaturen in einen neuen Zustand über.

Läßt man geschälte süße Mandeln nur einige Augenblicke in siedendem Wasser liegen, so ist ihre Wirkung auf Amygdalin völlig vernichtet. In einer Mandelmilch, die man zum Sieden erhitzt hat, löst es sich ohne alle Ver-

änderung. Das gekochte Malz hat seine Eigenschaft, Amylen in Zucker überzuführen, völlig verloren.

Die frische Thiermilch gerinnt nach zwei bis drei Tagen zu der bekannten gallertartigen Masse. Wird sie jeden Tag zum Kochen erhitzt, so löst sie sich eine unbegrenzte Zeit hindurch aufbewahren. Der Zustand der Zersetzung, in welchen der aufgelöste Käsestoff bei Berührung mit der Luft übergeht, wird durch die Siedhitze völlig aufgehoben; es bedarf jetzt einer längeren Einwirkung des Sauerstoffs, um ihn wieder hervorzurufen. In gleicher Weise verhält sich der so leicht veränderliche Traubensaft oder jede der Gährung fähige Flüssigkeit; zum Sieden erhitzt, hört alle Gährung auf; der gekochten Bierwürze muß man Hefe, nämlich eine in den Zustand der Zersetzung bereits übergegangene Substanz zusetzen, um in der kürzesten Zeit die Gährung eintreten zu machen.

Es ist leicht einzusehen, daß, wenn in einer der Fäulniß, Gährung und Verwesung fähigen Substanz durch Hülfe einer höheren Temperatur der eigenthümliche Zustand aufgehoben worden ist, in den sie durch Berührung mit der Luft, auch wenn diese nur einen Augenblick gedauert hat, versetzt werden, und man von da an den Sauerstoff, als die erste und alleinige Ursache seines Wiedereintretens, ausschließt, diese Substanzen ihre Beschaffenheit und alle Eigenschaften unbegrenzte Zeiten hindurch behalten müssen, die sie beim Eintreten des Siedens

beſitzen. Die Materie hat für ſich ſelbſt keine Bewegungsfähigkeit; ohne daß eine äußere Urſache auf die Atome einwirkt, wechſelt keines derſelben ſeinen Platz, ändert keines ſeine Eigenſchaften.

Füllt man Traubenſaft in eine Flaſche ein, die man luftdicht verſchließt, und legt ſie einige Stunden oder ſo lange in ſiedendes Waſſer, bis daß er die Siedhitze angenommen hat, ſo wird während des Erhitzens die geringe Menge Sauerſtoff, welche mit der Luft in die Flaſche eingeſchloſſen worden war, von den Beſtandtheilen des Saftes aufgenommen, und damit die Urſache einer jeder weiteren Störung entfernt; er gährt jetzt nicht mehr und bleibt ſüß, und dieſer Zuſtand hält ſich, bis die Flaſche geöffnet und mit der Luft wieder in Berührung gebracht wird. Von dieſem Augenblicke an ſtellt ſich die nämliche Veränderung wieder ein, welche der friſche Saft erleidet; nach wenigen Stunden befindet er ſich in voller Gährung, die durch Aufkochen ganz wie im Anfange unterbrochen und aufgehalten werden kann.

Von dieſen Erfahrungen, die für alle organiſche Materien ohne Ausnahme eine gleiche Geltung haben, hat man die ſchönſten Anwendungen gemacht. Während man ſonſt auf langen Seereiſen nur auf geſalzene und geräucherte Speiſen beſchränkt war, durch welche die Geſundheit der Mannſchaft und Reiſenden zuletzt litt, während ſonſt Tauſende von Menſchen ihr Leben durch den

bloßen Mangel an frischen, in Krankheiten durchaus nothwendigen Nahrungsmitteln einbüßten, werden jetzt alle diese Unbequemlichkeiten oder Gefahren immer seltener. Es ist dies gewiß eins der wohlthätigsten Geschenke, welche das Leben von der Wissenschaft durch Gay-Lussac empfing.

In Leith bei Edinburgh, in Aberdeen, in Bordeaux und Marseille, so wie in Deutschland haben sich Kochhäuser von größter Ausdehnung aufgethan, in welchen auf die reinlichste Weise Suppen, Gemüse, Fleischspeisen aller Art zubereitet und in die größten Entfernungen hin versendet werden. Die fertigen Speisen werden in Büchsen von verzinntem Eisenblech eingeschlossen, die Deckel sodann luftdicht verlöthet und in einem hierzu geeigneten Ofen der Temperatur des siedenden Wassers ausgesetzt. Wenn dieser Hitzgrad die Masse in der Büchse bis zur Mitte hin durchdrungen hat, was, wenn sie in siedendes Wasser gelegt werden, immer drei bis vier Stunden dauert, so haben jetzt diese Speisen eine, man kann sagen, ewige Dauer. Wird die Büchse nach Jahren geöffnet, so sieht der Inhalt gerade so aus wie in dem Augenblick, wo er eingefüllt wurde; die Farbe des Fleisches, der Gemüse, der Geschmack und Geruch sind völlig unverändert. Diese schätzbare Aufbewahrungsmethode hat in einer Menge Haushaltungen dieser Gegend, in Frankfurt und Darmstadt Eingang gefunden und die Haus-

frauen in den Stand gesetzt, den Tisch im Winter mit den seltensten Gemüsen des Frühlings und Sommers, sowie mit Fleisch- und andern Gerichten zu zieren, die sonst nur zu gewissen Jahreszeiten zu haben sind. Ganz besonders wichtig wird dieses Verfahren zur Proviantirung von Festungen werden, da der Verlust, den man durch Veräußerung der alten und ihrer Erneuerung durch neue Vorräthe namentlich von Fleisch (Schinken ꝛc.) erleidet, bei weitem größer ist, als der Werth der Büchsen, die sich noch überdies nach sorgfältiger Reinigung wiederholt benutzen lassen.

Ich kann diese langen Betrachtungen über die so merkwürdigen Erscheinungen, welche nach dem Tode der Pflanzen und Thiere sich einstellen, nicht schließen, ohne eine Meinung zu erwähnen, die sich einige Naturforscher, namentlich Aerzte, über die Ursachen, durch welche sie bewirkt werden, gebildet haben.

Sie betrachten nämlich die Gährung oder das Zerfallen höherer organisch-vegetabilischer Atome in einfachere Verbindungen als den Effect der Lebensäußerungen vegetabilischer, die Fäulniß oder denselben Vorgang in Thierleichnamen als bedingt durch die Entwickelung oder die Gegenwart thierischer Wesen. Das Zerfallen des Zuckeratoms in Alkohol und Kohlensäure geschieht nach ihnen in Folge des Wachsthums einer niedrigen Pflanzengattung, eines wahren Pilzes, welcher die Hefe aus-

macht; die Analogie der thierischen Stoffe schreiben sie dem Lebens- oder Entwicklungsprocess der mikroskopischen Thiere zu, die in den meisten Fällen darin wahrgenommen werden.

Es wäre möglich, daß durch die Hefe oder diese Thiere diese Umsetzungsprocesse bewirkt werden, insofern der Zucker den Hefenpilzen, oder die faulenden Thierflüssigkeiten den Thieren zur Nahrung dienten; in diesem Fall würden die neugebildeten Produkte der Gährung und Fäulniß, Produkte des Lebensprocesses dieser Pflanzen oder Thiere sein, vergleichbar mit den Stoffen, welche aus lebendigen Excrementen höherer Pflanzen- und Thierleiber; es wäre ferner möglich, daß die Kraft des Zusammenhangs höherer organischer Atome bei Berührung mit diesen lebendigen Gährungserregern aufgehoben wird, daß alle, in Folge einer Wirkung der in ihnen thätigen Lebenskraft nach Außen, die chemische Verwandtschaft zusammengesetzter Atome gelöst und der Anziehung einer Atome eine neue Richtung gegeben wird. Diese beiden Erklärungsweisen sind Hypothesen, deren Prüfung als nächste Nothwendigkeit der Aufstellung einer Analogie dieser Gährungsprocesse hätten vorangehen müssen. Die bloße Beobachtung der Gegenwart von Pilzen oder Thieren in gährenden und faulenden Materien kann unmöglich als Erklärung einer Erscheinung gelten, eben weil der Grund und die Ursache verborgen in der Natur

Erörterung erst gesucht werden muß, wie und auf welche Weise diese Pilze und Thiere die Erscheinung bewirken. Alles dies ist bis jetzt in keiner Weise geschehen, und die Gährung und Fäulniß ist mit der Annahme dieser Ansicht eben so dunkel, ja noch unklarer, als sie jemals hätte sein können.

Schon der Methode wegen, die zu dieser Ansicht geführt hat, ist sie verwerflich. Man darf sich nur daran erinnern, daß man dem thierischen Organismus die Fähigkeit zuschrieb, den Kalk in den Knochen und Eierschalen der Vögel, die Phosphorsäure im Gehirn, das Eisen in dem Blutrothe aus Stoffen zu erzeugen, die man nicht einmal mit einem Namen zu bezeichnen wußte, und daß jetzt, wo man eben diese Materien als nie fehlende Bestandtheile der Nahrung gefunden hat, die Gegenwart derselben im Organismus kein Räthsel mehr ist. Der Zeugungskraft der Natur die Alkalien in der Asche der Gewächse zuzuschreiben, oder die Fische an Orten, wo man früher keine wahrnahm, oder die Pflanzen, die sich in einem Boden entwickelten, in welchem man keinen Samen vermuthete, — alle diese Ansichten gehören in die Zeit der Kindheit der Naturforschung, sie sind aber in der gegenwärtigen des Naturforschers nicht mehr würdig. Die Aufgabe ist, Licht und klare Erkenntniß, und nicht die Dunkelheit zu schaffen. Wenn Pilze überhaupt die Fähigkeit hätten, Gährung zu bewirken, Zucker

z. B. in Alkohol und Kohlensäure zerfallen zu machen, so gäbe man die Möglichkeit dieser Ansicht ein; allein keinem wirklichem Pilze kommt im lebenden Zustande diese Eigenschaft zu. Die Hefe enthält Kohlenstoff und Stickstoff in dem nämlichen Verhältniß wie die Blutbestandtheile; kein wirklicher Pilz besitzt diese Zusammensetzung. Im Traubensaft, in der Bierwürze ist keine Hefe, denn diese wird erst in der Gährung erzeugt; ist nun die Gährung die Folge der Entwicklung des Wachsthums und der Vermehrung von Pilzen, woher kommt es denn, daß der reine Zucker, durch die fertige Hefe, welche aus den entwickelten, ausgewachsenen Pilzen besteht, in Berührung, in Gährung geräth, daß in diesem Fall die Gährung bewirkt wird, nicht weil sie sich vermehren und weiter entwickeln, sondern in Folge ihres Verschwindens? Die Gährung des Weins und der Bierwürze ist ja keine für sich isolirt stehende Erscheinung, sondern sie sind beide nur einzelne Fälle von zahllosen andern, welche in dieselbe Klasse gehören; es kann deßhalb nicht gestattet sein, aus unvollkommnen Beobachtungen und ganz willkürlichen Hypothesen, die sich lediglich auf diese beiden Fälle stützen, auf die letzte Ursache der Erscheinung in allen andern zu schließen. Der thierische Käse bewirkt ja, wie die Hefe, das Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure; ganz die gleiche Eigenschaft besitzt die Mandelmilch, und in keinem von beiden letzteren Fällen beobachtet man, daß diese Gäh-

rungserreger in irgend einer Periode die den Sporen vieler Pilze ähnliche Form der Wein- und Bierhefe zeigen. Man vergißt ganz, daß die aus den Elementen faulender oder gährender Materien neugebildeten Producte mit der Temperatur und andern Bedingungen wechseln, daß das Zerfallen des Zuckeratoms in Alkohol und Kohlensäure, oder in Milchsäure, Mannit, Buttersäure oder Fuselöl auf einer und derselben Ursache beruhen muß, und daß die Erreger dieser verschiedenen Zersetzungsweisen durchaus nicht in allen diesen Fällen Aehnlichkeit in der äußeren Beschaffenheit mit gewissen niederen vegetabilischen Wesen besitzen. Wäre die Gährung der Effect einer Lebensäußerung, so müßten die Gährungserreger nothwendig in allen Gährungen eine organisirte Form besitzen.

Was die Meinung betrifft, daß die Fäulniß thierischer Substanzen von mikroskopischen Thieren bewirkt werde, so läßt sie sich mit der Ansicht eines Kindes vergleichen, welches den raschen Fall und Lauf des Rheinstromes durch die vielen Rheinmühlen bei Mainz sich erklärt, deren Räder das Wasser mit Gewalt nach Bingen hin bewegen.

Ist es denkbar, Pflanzen und Thiere als Ursachen von Wirkungen anzusehen, als Vernichter und Zerstörer von Pflanzen- und Thierleibern, wenn sie selbst und ihre eigenen Bestandtheile den nämlichen Zerstörungsprocessen unterliegen?

Wenn der Pilz die Urſache der Zerſtörung eines Eichbaums, das mikroſkopiſche Thier die Urſache der Fäulniß eines todten Elephanten iſt, was bewirkt denn nach ſeinem Abſterben die Fäulniß des Pilzes, die Fäulniß und Verweſung des todten mikroſkopiſchen Thieres? Sie gähren, faulen und verweſen ja auch, und verſchwinden allmählig ganz wie der Baum und das große Thier, und liefern zuletzt die nämlichen Producte!

Es iſt unmöglich, ſich dieſer Anſicht hinzugeben, wenn man bedenkt, daß die Gegenwart mikroſkopiſcher Thiere in faulenden Stoffen ganz zufällig iſt, daß man mm ihr Erſcheinen meiſtens durch Ausſchluß des Lichtes verhindern kann, daß dieſe Stoffe in Fäulniß und Verweſung ohne alle Mitwirkung derſelben verſetzt werden können, daß in tauſend Fällen im faulenden Horn, Käſe, Galle, Blut kein Thier dieſer Art wahrgenommen wird, daß ſie in andern erſt in einer gewiſſen Periode erſcheinen, wo die Gährung oder Fäulniß längſt begonnen hat.

Die Fäulniß von der Gegenwart mikroſkopiſcher Thiere abzuleiten iſt, gerade ſo, wie wenn man den Käfern, die in Beziehung auf ihre Nahrung auf Thierexcremente angewieſen ſind, oder den Würmern, die man im Käſe findet, den Zuſtand der Zerſetzung der Excremente oder des Käſes zuſchreiben wollte.

Die Gegenwart mikroſkopiſcher Thiere, die man oft in ſo ungeheurer Anzahl in verweſenden Materien wahr-

nimmt, kann an sich nicht auffallend sein, da sie offenbar in denselben die Bedingungen zu ihrer Ernährung und Entwickelung vereinigt vorfinden; ihr Erscheinen ist nicht wunderbarer wie die Züge der Salmen aus dem Meere nach den Flüssen, oder das Entstehen der Salzpflanzen in der Nähe der Salinen; der einzige Unterschied liegt ja nur darin, daß wir in letztern Fällen ihren Weg verfolgen können, während sich die Keime der Pilze und Eier der Infusorien, ihrer außerordentlichen Kleinheit und des ungeheuren Luftmeeres wegen, durch welches sie verbreitet werden, unserer Beobachtung entziehen. Sie müssen überall zum Vorschein kommen, wo der Entwicklung des Keimes oder des Eies keine Hindernisse entgegenstehen.

Sicher ist, daß durch ihre Gegenwart die Verwesung außerordentlich beschleunigt wird; ihre Ernährung setzt ja voraus, daß sie die Theile des Thierleibes zu ihrer eigenen Ausbildung verwenden, seine raschere und schnellere Zerstörung muß die unmittelbare Folge davon sein. Wir wissen, daß aus einem Individuum in sehr kurzer Zeit viele Tausende entstehen, daß ihr Wachsthum und ihre Entwickelung in gewisse Gränzen eingeschlossen sind. Haben sie eine gewisse Größe erreicht, so nehmen sie an Umfang nicht mehr zu, ohne daß sie deßhalb aufhören, Nahrung zu sich zu nehmen. Was wird nun — so muß man fragen — aus dieser Nahrung, die ihren Leib nicht mehr vergrößert? Muß sie nicht in ihrem Organismus

eine ähnliche Veränderung erleiden, welche ein Stück Fleisch oder Knochen erfährt, das wir einem ausgewachsenen Hunde geben, dessen Körpergewicht davon nicht mehr vermehrt wird? Wir wissen genau, daß die Nahrung des Hundes zur Unterhaltung der Lebensprocesse gedient hat und daß ihre Elemente in seinem Leibe die Form von Kohlensäure und Harnstoff erhalten, welcher letztere außerhalb mit Schnelligkeit in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt. Diese Nahrung erfährt also in dem Organismus dieselbe Veränderung, wie wenn wir sie trocken in einem Ofen verbrannt hätten, sie verwebet in seinem Körper.

Ganz dasselbe geht in den verwesenden Thierfubstanzen vor sich; sie dienen den mikroskopischen Thieren zur Nahrung, in deren Körpern ihre Elemente verwesen; sie sterben, wenn die Nahrung verzehrt ist, und ihre Leiber gehen in Fäulniß und Verwesung über, und mögen vielleicht neuen Generationen anderer mikroskopischen Wesen zur Entwickelung dienen; aber der Vorgang an sich ist und bleibt ein Verbrennungsproceß, in welchem die Elemente des ursprünglichen Körpers, ehe sie sich mit dem Sauerstoff verbanden, zu Bestandtheilen lebendiger Wesen wurden, in welchem sie also in eine Reihe intermediärer Verbindungen übergingen, ehe sie in die letzten Producte des Verwesungsprocesses zerfielen. Die Bestandtheile der Thiere, die sich im Körper mit dem Sauerstoff verbinden, gehören aber dem lebendigen Leibe nicht

meier an. Während der eigentlichen Fäulniß, der Zersetzung alle der Thierfaßstanzen, welche bei Abschluß des Sauerstoffs erfolgt, entwickeln sich Gase (Schwefelwasserstoffgas), welche giftig wirken und dem Leben auch der mikroskopischen Thiere eine rasche Grenze setzen; nie finden sich in Menschenexcrementen, während sie faulen, mikroskopische Thiere, die sich während ihrer Verwesung in Menge zeigen.

Eine weise Naturveranstaltung hat die mikroskopische Thierwelt in Beziehung auf ihre Nahrung auf die todten Leiber höherer organischer Wesen angewiesen und in ihnen selbst ein Mittel geschaffen, den schädlichen Einfluß, den die Producte der Fäulniß und Verwesung auf das Leben höherer Thierklassen ausüben, auf die kürzeste Zeit zu beschränken. Die neuesten Entdeckungen, die man in dieser Beziehung gemacht hat, sind so wunderbar und außerordentlich, daß sie gewiß verdienen, einem größeren Kreise bekannt zu werden. Schon Rumford hatte beobachtet, daß Baumwolle, Seide, Wolle und andere organische Körper, in einem mit Wasser ganz angefüllten Gefäße dem Sonnenlichte ausgesetzt, nach drei bis vier Tagen zu einer Entwickelung von reinem Sauerstoffgas Veranlassung gaben. Mit der Erscheinung der ersten Gasblasen nimmt das Wasser eine grünliche Farbe an, und zeigt unter dem Mikroskope eine außerordentlich große Anzahl kleiner runzlicher Thiere, welche dem Was-

ser die Farbe geben. Von Conferven oder andern Pflanzen, von denen die Sauerstoffentwicklung hätte herühren können, war nicht das Geringste wahrzunehmen.

Diese vor siebenzig Jahren gemachten Beobachtungen wurden durch neuere der Vergessenheit entrissen. In den Soolkasten der Saline Rodenberg in Kurhessen bildet sich eine schleimige, durchscheinende Masse, welche den Boden einen bis zwei Zoll hoch bedeckt und überall mit großen Luftblasen durchsetzt ist, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stocke die sie einschließenden Häute zerreißt. Nach einer Untersuchung von Pfankuch ist dieses Gas ein so reines Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan darin wieder entzündete, was durch Wöhler bestätigt wurde. Durch die mikroskopische Untersuchung dieser Masse ergab sich, daß sie fast ganz aus lebenden Infusorien, aus Navicula- und Gaillonella-Arten bestand, die in der Kieselguhr von Franzensbad und den Freiberger papierartigen Gebilden vorkommen; sie gab nach dem Auswaschen und Trocknen beim Glühen Ammoniak und hinterließ eine weiße Asche, welche aus den Kieselskeletten dieser Thiere bestand, die noch so scharf die Form der Thiere zeigten, daß man den frischen Schleim, nur ohne Bewegung, zu betrachten glaubte. Beinahe gleichzeitig zeigten die Herren Ch. und A. Morren (in den Schriften der Akademie in Brüssel, 1841), daß sich aus Wasser unter Mitwirkung

organischer Verhältnisse Gas entwickele, welches bis zu einundsechszig Procent Sauerstoff enthalte, und daß dieses Phänomen dem Glamidomonas pulvisculus (Ehrenberg) und einigen andern noch niedriger stehenden grünen und rothen Thierchen zugeschrieben werden müsse. Der Autor selbst benutzte die Gelegenheit, die ein durch verschiedene Arten Infusorien grün gefärbtes Wasser aus einem Brunnentroge seines Gartens darbot, um sich von der Richtigkeit dieser merkwürdigen Thatsache zu überzeugen; es wurde durch ein Sieb mit sehr feinen Löchern fließen lassen, um alle Conferven oder Pflanzentheile zurückzuhalten, und in einem ganz damit angefüllten, umgekehrten Becherglase, dessen Oeffnung mit Wasser gesperrt war, dem Sonnenlichte ausgesetzt. Nach vierzehn Tagen hatten sich über dreißig Kubikzolle so reines Sauerstoffgas in dem Glase gesammelt, daß ein glimmender Holzspan sich sogleich darin wieder entflammte.

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Thiere zu wagen, bleibt es nach diesen Beobachtungen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der Einwirkung des Sonnenlichts befinden, eine Quelle der reinsten Lebensluft sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf höhere Thierklassen und Pflanzen zu wirken; denn

es ist unmöglich anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, welches noch faulende oder verwesende Materien enthält, Stoffe also, welche die Fähigkeit haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden.

Denken wir uns einem solchen Wasser einen in Fäulniß oder Verwesung begriffenen Thierstoff zugesetzt, so muß er in einer solchen Sauerstoffquelle in einer unendlich viel kürzeren Zeit in seine letzten Producte aufgelöst werden, als wenn diese Infusorien darin fehlten.

In den verbreitetsten Klassen dieser Thiere (den grün- und rothgefärbten) erkennen wir demnach die wunderbarste Ursache, welche aus dem Wasser alle das Leben höherer Thierklassen vernichtende Substanzen entfernt, und an ihrem Platze Nahrungsstoff für die Pflanzen und den zur Respiration der Thiere unentbehrlichen Sauerstoff schafft.

Sie können nicht die Ursachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben schädlich wirkender Producte sein, sondern ein unendlich weiser Zweck bestimmt sie, den Uebergang der Elemente faulender organischer Materien in die letzten Producte zu beschleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen gibt es viele Arten, die ohne alles Licht sich entwickeln, deren Zunahme an Masse, deren Leben begleitet ist von allen Erscheinun-

gen, die das Thierleben charakterisiren; sie verderben die Luft und machen sie unathembar, indem sie Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; in chemischer Beziehung verhalten sie sich wie Thiere, denen Bewegung mangelt.

Im Gegensatz von dieser Klasse von Wesen, welche kaum Pflanzen zu nennen sind, gibt es lebendige Geschöpfe, mit Bewegung begabt und mit den Organen versehen, welche die Thiere charakterisiren, die sich am Lichte wie die grünen Pflanzen verhalten, welche, indem sie sich vermehren und vergrößern, Quellen schaffen von Sauerstoff, der durch sie überall hingelangt, wo sein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verschlossen ist.

Es ist klar, daß Infusorien nur an Orten zum Vorschein kommen, sich entwickeln und vermehren können, wo die ihnen nöthige Nahrung in der zur Aufnahme geeigneten Form in Ueberfluß dargeboten wird. Durch zwei Bestandtheile, welche der unorganischen Natur angehören, zeichnen sich mehrere, und zwar sehr verbreitete Arten vor andern aus. Dies ist die Kieselerde, woraus die Schalen oder Panzer vieler Navicula-Arten, Erilarien, Bacillarien ꝛc. bestehen, und Eisenoxyd, welches einen Bestandtheil vieler Gaillonellen ausmacht. Der kohlensaure Kalk der Kreidethierchen ist den Gehäusen der gewöhnlichen Schalthiere völlig gleich.

Man hat sich darin gefallen, die ungeheuren Ablage-

rungen von Kieſelerde, Kalk und Eiſenoxyd in der Kieſelguhr, dem Polirſchiefer, dem Tripel, der Kreide, den Rafen- und Sumpferzen, dem Lebensproceß vorweltlicher Infuſorien, die Bildung dieſer Gebirgslager, der Lebensthätigkeit zuzuſchreiben; allein man bedachte hierbei nicht, daß die Kreide, Kieſelerde und das Eiſenoxyd als nothwendige Bedingungen ihres Lebens vorhanden ſein mußten, ehe ſie ſich entwickelten, daß dieſe Beſtandtheile noch heute in dem Meere, den Seen und Sümpfen niemals fehlen, wo dieſelben Thierklaſſen vorkommen.

Das Waſſer, worin dieſe vorweltlichen Infuſorien lebten, enthielt die Kieſelerde und die Kreide in Auflöſung, ganz geeignet, um ſich in der Form von Marmor, Quarz und verwandten Geſteinen durch Verdunſtung abzuſetzen. Dieſe Abſcheidung wäre unzweifelhaft in der gewöhnlichen Weiſe erfolgt, wenn das Waſſer nicht nebenbei die faulenden und verweſenden Ueberreſte vorangegangener Thiergeſchlechter und durch ſie die andern Bedingungen zum Leben der Kieſel- und Kalk-Infuſorien enthalten hätte.

Ohne dieſe Subſtanzen zuſammen vereinigt, würde keine dieſer Thierklaſſen ſich fortgepflanzt und zu ſo ungeheuren Maſſen vermehrt haben, ſie waren nur zufällige Vermittler der Form, welche die kleinen Theilchen zeigen, woraus dieſe Ablagerungen beſtehen; zufällig, inſofern auch ohne dieſe Thiere die Abſcheidung des Kalkes, der

Kieselerde und des Eisenoxyds erfolgt wäre. Das Meerwasser enthält den Kalk der Korallenthiere, der zahllosen Schalthiere, die in diesem Medium leben, in der nämlichen Form und Beschaffenheit, wie er in den Seen und Sümpfen enthalten war, worin die Kreidethierchen oder die Schalthiere, aus deren Gehäuse die Muschelkalk-Formation besteht, sich entwickelten.

Es ist wunderbar genug, daß die in den Organismen thätige Kraft aus nicht mehr wie vier Elementen eine selbst in mathematischer Bedeutung unendliche Anzahl von Verbindungen hervorzubringen fähig ist; daß mit ihrer Hülfe aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff Körper entstehen, die alle Eigenschaften der Metalloxyde oder der anorganischen Säuren und Salze besitzen; daß an der Grenze der Verbindungen sogenannter anorganischer Elemente eine Reihe von organischen Elementen beginnt, so umfassend, daß wir sie noch gar nicht übersehen können. Wir sehen die ganze anorganische Natur, alle die zahlreichen Verbindungen der Metalle und Metalloide reproducirt in der organischen, aus Kohlenstoff und Stickstoff, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, aus Stickstoff und Wasserstoff entstehen zusammengesetzte Atome, welche ihren Eigenschaften nach dem Chlor oder dem Sauerstoff oder dem Schwefel oder einem Metall vollkommen gleichen, und zwar nicht nur in einzelnen wenigen, sondern in allen Eigenschaften.

Man kann ſich kaum etwas wunderbareres denken, als daß aus Kohlenſtoff und Stickſtoff eine gasförmige Verbindung (das Cyan) hervorgeht, in welcher Metalle unter Licht- und Wärme-Entwickelung wie im Sauerſtoffgas verbrennen, ein zuſammengeſetzter Körper, der ſeinen Eigenſchaften und ſeinem Verhalten nach ein einfacher Körper, ein Element iſt, deſſen kleinſte Theile die nämliche Form wie die des Chlors, Broms und Jods beſitzen, indem es ſie in ihren Verbindungen ohne alle Aenderung der Kryſtallform vertritt. In dieſer und keiner andern Form ſchafft der lebendige Körper Elemente, Metalle, Metalloide, Gruppen von Atomen ſo geordnet, daß die in ihnen thätigen Kräfte nach viel mannichfaltigeren Richtungen hin zur Aeußerung gelangen; allein es gibt in der Natur keine Kraft, die etwas aus ſich ſelbſt erzeugt und ſchafft, keine, welche fähig iſt, die Urſache zu vernichten, welche der Materie ihre Eigenſchaften gibt; das Eiſen hört nie auf, Eiſen, der Kohlenſtoff Kohlenſtoff, der Waſſerſtoff Waſſerſtoff zu ſein; aus den Elementen der organiſchen Körper kann nie Eiſen, es kann kein Schwefel, kein Phosphor daraus entſtehen. Auf die Zeit, in welcher Meinungen dieſer Art geduldet und gelehrt wurden, wird man in einem halben Jahrhundert mit dem Lächeln des Mitleids zurückblicken, womit wir die alchemiſtiſche Entwicklungsperiode betrachten; es liegt einmal in der Natur des Menſchen, ſich

Meinungen dieſer Art überall zu ſchaffen, wo ſein Geiſt, wie in der Kindheit, zu unentwickelt iſt, um die Wahrheit zu begreifen. Aehnlich wie die Erwerbung der gewöhnlichſten Bedürfniſſe des Lebens, ſind die geiſtigen Güter, die Kenntniſſe, welche unſere materiellen Kräfte ſteigern und erhöhen, die Einſicht und die Erkenntniß der Wahrheit immer nur Früchte der Arbeit und Anſtrengung. Nur wo der feſte Wille fehlt, iſt Mangel, die Mittel ſind überall.

Siebenzehnter Brief.

Die neueſte Zeit hat, als eine der bemerkenswertheſten Erſcheinungen in der Wiſſenſchaft, eine Allianz der Phyſiologie mit der Chemie zu Wege gebracht, der wir über den Lebensproceß im Thier und in der Pflanze ungeahnte Aufſchlüſſe verdanken. Ueber das, was Gift, Nahrungs- oder Arzneimittel genannt werden muß, iſt man nicht mehr im Zweifel; der Begriff von Hunger und Tod bewegt ſich nicht mehr um eine bloße Beſchreibung von Zuſtänden. Wir wiſſen jetzt mit poſitiver Gewißheit, daß die Speiſen der Menſchen in zwei große Claſſen zerfallen, von denen die eine zur eigentlichen Ernährung und Reproduction, die zweite hingegen zu ganz andern Zwecken im Thierkörper dient. Mit mathematiſcher Schärfe läßt ſich nachweiſen, daß Bier nicht nahrhaft iſt, daß kein Beſtandtheil davon fähig iſt, zu Blut, zu Muskelfaſer, zu irgend einem Theil eines Trägers der Lebensthätigkeit zu werden. Die völlige Umkehrung aller frühern Begriffe über den Antheil, den Bier, Zucker,

Amylon, Gummi ꝛc. an den Lebensprocessen nehmen, gewährt einer näheren Kenntniß der neuesten Forschungen und Ansichten in diesem Gebiete für einen größern Kreis gewiß einiges Interesse.

Zu den ersten Bedingungen der Unterhaltung des thierischen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerstoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf. Nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich. Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen, nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung, an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat, dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich. Nach Lavoisier's Versuchen werden von einem erwachsenen Mann in einem Jahre 746 Pfund, nach Menzies 837 Pfund Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde. Wo ist, kann man fragen, dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt? Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst: kein Theil des aufgenomme-

nen Sauerstoffes bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff verbunden, sie sind als Kohlensäure und Wasserdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind. Wenn wir, um einen Anhaltspunkt zu einer Rechnung zu haben, mit Lavoisier und Seguin annehmen, daß der erwachsene Mensch täglich 65 Loth Sauerstoff (46037 Kubikzoll = 15661 Gran franz. Gewicht) in sich aufnimmt, und wir seine Blutmasse zu 24 Pfund bei einem Wassergehalt von 80 Procent annehmen, so ergibt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Bluts, daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blut, in Kohlensäure und Wasser 66010 Gran Sauerstoff nöthig sind, die in vier Tagen und fünf Stunden in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen werden.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Bluts tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts

entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in vier Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, so wie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt, oder wenn man will, in einer andern Form, als in der Form einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergibt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt *). Diese 27 8/10 Loth Kohlen-

*) Die eben angeführten Zahlen sind durchschnittlich dem Verbrauch von 856 Mann casernirter Soldaten entnommen, deren Speisen (Brod, Kartoffeln, Fleisch, Linsen, Erbsen, Bohnen ꝛc.) während eines Monats bis auf Pfeffer, Salz und Butter mit der größten Genauigkeit gewogen und jedes Einzelne der Elementaranalyse unterworfen worden war. Eine Ausnahme hiervon machten drei Gardisten, welche außer dem vorschriftsmäßigen Brodquantum (2 Pfund täglich) in jeder Löhnungsperiode 1/4 Laib = 2 1/4 Pfund mehr bekamen, und ein Tambour, der 1/4 Laib übrig behielt. Ungerechnet hierin ist der Kohlenstoffgehalt der frischen Gemüse, des Sauerkrauts, so wie dasjenige, was die Soldaten des Abends verzehrten. Nach einem annähern-

ſtoff entweichen aus Haut und Lunge in der Form von kohlenſaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlenſaures Gas bedürfen dieſe 27,8 Loth Kohlenſtoff 74 Loth Sauerſtoff. Nach den analytiſchen Beſtimmungen von Bouſſingault (Ann. de chim. et de phys. LXX. 1. p. 136.) verzehrt ein Pferd in 24 Stunden 158¾ Loth Kohlenſtoff, eine milchgebende Kuh 141½ Loth. Die hier angeführten Kohlenſtoffmengen ſind als Kohlenſäure aus ihrem Körper getreten, das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenſtoffs in Kohlenſäure 13⁵/₃₂ Pfund und die Kuh 11⁷/₈ Pfund Sauerſtoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerſtoffs in einer andern Form als in der einer Kohlen- oder Waſſerſtoffverbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Geſundheitszuſtande der ausgetretene Kohlen- und Waſſerſtoff wieder erſetzt wird durch

---

den Ueberſchlage des Fettwechſels verzehrt jeder Soldat täglich durchſchnittlich 6 Loth Mark, 1¹/₈ Loth Butter, ½ Schoppen (¹/₄ Liter) Bier und ¹/₁₀ Schoppen Branntwein, deren Kohlenſtoffgehalt mehr als das Doppelte beträgt von dem Kohlenſtoffgehalt der Fäces und des Urins zuſammengenommen. Die Fäces betragen bei einem Soldaten durchſchnittlich 11¹/₂ Loth, ſie enthalten 75 Proc. Waſſer und der trockene Rückſtand 15,21 Proc. Kohlenſtoff und 13,15 Proc. Aſche. 100 Theile friſche Fäces enthalten hiernach 11,31 Kohlenſtoff, faſt ganz ſo viel wie ein gleiches Gewicht friſches Fleiſch. In obiger Rechnung iſt der Kohlenſtoff der Fäces und der des Urins gleichgeſetzt worden dem Kohlenſtoffgehalt der friſchen Gemüſe und der andern Theilen, welche im Militärhaus verzehrt wurden.

Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht. Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Anzahl der Athemzüge: es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge. Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener, es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag: eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung. Im Zustand der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger als im Zustand der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an ein-

geathmetem Sauerstoff (an Bewegung), sowie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander. Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Temperatur der eingeathmeten Luft. Die Brustblase eines Thiers hat eine unveränderliche Größe, mit jedem Athemzug tritt eine gewisse Menge Luft ein, die in Beziehung auf ihr Volumen als gleichbleibend angesehen werden kann. Aber ihr Gewicht, und damit das Gewicht des darin enthaltenen Sauerstoffs, bleibt sich nicht gleich. In der Wärme dehnt sich die Luft aus, in der Kälte zieht sie sich zusammen. In einem gleichen Volum kalter und warmer Luft haben wir ein ungleiches Gewicht Sauerstoff.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken; der Raum, den der Wasserdampf in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff wie im Sommer.

Im Sommer und Winter, am Pole und Aequator athmen wir ein gleiches Luftvolumen ein. Die kalte Luft erwärmt sich beim Einathmen in der Luftröhre und den Lungenzellen, und nimmt die Temperatur des Körpers an. Um ein gewisses Sauerstoffquantum der Lunge zu-

zuführen, ist im Winter ein geringerer Kraftaufwand nöthig, als im Sommer; für denselben Kraftverbrauch athmet man im Winter mehr Sauerstoff ein.

Es ist einleuchtend, daß wir bei einer gleichen Anzahl von Athemzügen in der Tiefe des Meeres eine größere Menge Sauerstoff verzehren, wie auf Bergen; daß die Menge der ausgetretenen Kohlensäure, so wie das eingeathmete Sauerstoffgas mit dem Barometerstande sich ändert.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, in ähnlicher Weise verändert, wieder aus, wir athmen in niederer Temperatur und höherem Luftdrucke mehr Kohlenstoff aus, wie in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältniß mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unsern Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr wie im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewicht nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder

Lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf. Die Wechselwirkung der Beſtandtheile der Speiſen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerſtoffs iſt die Quelle der thieriſchen Wärme.

Achtzehnter Brief.

Die Quelle der thierischen Wärme, die Art, auf welche sie erzeugt wird, der Einfluß, welchen sie auf die Functionen des thierischen Organismus ausübt, sind Gegenstände, in so hohem Grade belehrend und unterhaltend, daß ich es mir nicht versagen kann, durch einige Anmerkungen Ihre Aufmerksamkeit darauf hinzulenken.

Alle lebenden Wesen, deren Existenz auf einer Einathmung von Sauerstoff beruht, besitzen eine von der Umgebung unabhängige Wärmequelle. Diese Wahrheit bezieht sich auf alle Thiere, sie erstreckt sich auf den keimenden Samen, auf die Blüthe der Pflanze und auf die reifende Frucht. Nur in den Theilen des Thiers, in welchen arterielles Blut, und durch dieses der in dem Athmungsprocess aufgenommene Sauerstoff gelangen kann, wird Wärme erzeugt. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur. Diese höhere Temperatur des Thierkörpers, oder wenn man will, Wärmeunterschei-

dung, ist überall und unter allen Umständen die Folge der Verbindung einer brennbaren Substanz mit Sauerstoff. In welcher Form sich auch der Kohlenstoff mit Sauerstoff verbinden mag, der Act der Verbindung kann nicht vor sich gehen, ohne von Wärme-Entwicklung begleitet zu sein; gleichgültig, ob sie langsam oder rasch erfolgt, ob sie in höherer oder niederer Temperatur vor sich geht, stets bleibt die freigewordene Wärmemenge eine unveränderliche Größe. Der Kohlenstoff der Speisen, der sich im Thierkörper in Kohlensäure verwandelt, muß ebenso viel Wärme entwickeln, als wenn er in der Luft oder im Sauerstoff direct verbrannt worden wäre; der einzige Unterschied ist der, daß die erzeugte Wärmemenge sich auf ungleiche Zeiten vertheilt. In reinem Sauerstoffgas geht die Verbrennung schneller vor sich, die Temperatur ist höher; in der Luft langsamer, die Temperatur ist niedriger, sie hält aber länger an.

Es ist klar, daß mit der Menge des in gleichen Zeiten durch den Athmungsproceß zugeführten Sauerstoffs die Anzahl der freigewordenen Wärmegrade zu- oder abnehmen muß. Thiere, welche rasch und schnell athmen, und demzufolge viel Sauerstoff verzehren, besitzen eine höhere Temperatur als andere, die in derselben Zeit, bei gleichem Volum des zu erwärmenden Körpers, weniger in sich aufnehmen; ein Kind mehr (39°) als ein erwachsener Mensch (37,5°), ein Vogel mehr (40 bis 41°)

wie ein vierfüßiges Thier (37 bis 38°), wie ein Fisch oder Amphibium, dessen Eigentemperatur sich 1½ bis 2° über das umgebende Medium erhebt. Alle Thiere sind warmblütig, allein nur bei denen, welche durch Lungen athmen, ist die Eigenwärme ganz unabhängig von der Temperatur der Umgebung. Die zuverlässigsten Beobachtungen beweisen, daß in allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl, wie am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des Menschen so wie die aller sogenannten warmblütigen Thiere niemals wechselt; allein wie verschieden sind die Zustände, in denen sie leben! Der Thierkörper ist ein erwärmter Körper, der sich zu seiner Umgebung verhält, wie alle warmen Körper; er empfängt Wärme, wenn die äußere Temperatur höher, er gibt Wärme ab, wenn sie niedriger ist, als seine eigene Temperatur. Wir wissen, daß die Schnelligkeit der Abkühlung eines warmen Körpers wächst mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und der des Mediums, worin er sich befindet, d. h. je kälter die Umgebung ist, in desto kürzerer Zeit kühlt sich der warme Körper ab. Wie ungleich ist aber der Wärmeverlust, den ein Mensch in Palermo erleidet, wo die äußere Temperatur beinahe gleich ist der Temperatur des Körpers, und der eines Menschen, der am Pole lebt, wo die Temperatur 40 bis 50 Grade niedriger ist! Trotz diesem so höchst ungleichen Wärmeverlust zeigt die Erfahrung, daß das Blut des

Polarländers keine niedrigere Temperatur beſitzt, als das des Südländers, der in einer ſo verſchiedenen Umgebung lebt. Dieſe Thatſache, ihrer wahren Bedeutung nach anerkannt, beweiſt, daß der Wärmeverluſt in dem Thierkörper ebenſo ſchnell erneuert wird; im Winter erfolgt dieſe Erneuerung ſchneller wie im Sommer, am Pole raſcher wie am Aequator.

In verſchiedenen Klimaten wechſelt nun die Menge des durch die Reſpiration in den Körper tretenden Sauerſtoffs nach der Temperatur der äußern Luft; mit dem Wärmeverluſt durch Abkühlung ſteigt die Menge des eingeathmeten Sauerſtoffs; die zur Verbindung mit dieſem Sauerſtoff nöthige Menge Kohlenſtoff oder Waſſerſtoff muß in einem ähnlichen Verhältniß zunehmen. Es iſt klar, daß der Wärme-Erſatz bewirkt wird durch die Wechſelwirkung der Beſtandtheile der Speiſen, die ſich mit dem eingeathmeten Sauerſtoff verbinden. Um einen trivialen, aber deßwegen nicht minder richtigen Vergleich anzuwenden, verhält ſich in dieſer Beziehung der Thierkörper wie ein Ofen, den wir mit Brennmaterial verſehen. Gleichgültig, welche Formen die Speiſen nach und nach im Körper annehmen, welche Veränderungen ſie auch erleiden mögen, die letzte Veränderung, die ſie erfahren, iſt eine Verwandlung ihres Kohlenſtoffs in Kohlenſäure, ihres Waſſerſtoffs in Waſſer; der Stickſtoff und der unverbrannte Kohlenſtoff werden in dem Urin und den

festen Excrementen abgeschieden. Um eine constante Temperatur im Ofen zu haben, müssen wir, je nachdem die äußere Temperatur wechselt, eine ungleiche Menge von Brennmaterial einschieben. In Beziehung auf den Thierkörper sind die Speisen das Brennmaterial; bei gehörigem Sauerstoffzutritt erhalten wir die durch ihre Oxydation frei werdende Wärme. Im Winter, bei Bewegung in kalter Luft, wo die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs zunimmt, wächst in dem nämlichen Verhältniß das Bedürfniß nach kohlen- und wasserstoffreichen Nahrungsmitteln, und in der Befriedigung dieses Bedürfnisses erhalten wir den wirksamsten Schutz gegen die grimmigste Kälte. Ein Hungernder friert, und Jedermann weiß, daß die Raubthiere der nördlichen Klimate an Gefräßigkeit weit denen der südlichen Gegenden voranstehen. In der kalten und temperirten Zone treibt uns die Luft, die ohne Aufhören den Körper zu verzehren strebt, zur Arbeit und Anstrengung, um uns die Mittel zum Widerstande gegen die Einwirkung zu schaffen, während in heißen Klimaten die Anforderungen zur Herbeischaffung von Speise bei weitem nicht so dringend sind.

Unsere Kleider sind nur Aequivalente für die Speisen; je wärmer wir uns kleiden, desto mehr vermindert sich bis zu einem gewissen Grade das Bedürfniß zu essen, eben weil der Wärmeverlust, die Abkühlung und damit der Ersatz durch Speisen kleiner wird. Gingen wir nackt,

wie die Indianer, oder wären wir beim Jagen und Fischen denselben Kältegraden ausgesetzt wie der Samojede, so würden wir ein halbes Kalb und noch oben drein ein Dutzend Talglichter bewältigen können, wie uns warmbekleidete Reisende mit Verwunderung erzählt haben; wir würden dieselbe Menge Branntwein oder Thran ohne Nachtheil genießen können, eben weil ihr Kohlen- und Wasserstoffgehalt dazu dient, um ein Gleichgewicht mit der äußern Temperatur hervorzubringen.

Die Menge der zu genießenden Speisen richtet sich, nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen, nach der Anzahl der Athemzüge, nach der Temperatur der Luft, die wir einathmen, und nach dem Wärmequantum, das wir nach außen hin abgeben. Keine isolirte entgegenstehende Thatsache kann die Wahrheit dieses Naturgesetzes ändern. Ohne der Gesundheit einen vorübergehenden oder bleibenden Nachtheil zuzufügen, kann der Neapolitaner nicht mehr Kohlen- und Wasserstoff in den Speisen zu sich nehmen, als er ausathmet, und kein Nordländer kann mehr Kohlen- und Wasserstoff ausathmen, als er in den Speisen zu sich genommen hat, wenn nicht im Zustande der Krankheit, oder wenn er hungert, — Zustände, die wir näher beleuchten werden. Der Engländer sieht mit Bedauern seinen Appetit, der ihm einen häufig wiederkehrenden Genuß darbietet, in Jamaica schwinden, und es gelingt ihm in der That, durch Cayennepfeffer

und die kräftigsten Reizmittel, die nämliche Menge von Speisen zu sich zu nehmen, wie in seiner Heimath; allein der in den Körper übergegangene Kohlenstoff dieser Speisen wird nicht verbraucht, die Temperatur der Luft ist zu hoch, und eine erschlaffende Hitze erlaubt nicht, die Anzahl der Athemzüge (durch Bewegung und Anstrengung) zu steigern, den Verbrauch also mit dem, was er zu sich genommen, in Verhältniß zu setzen. Im Gegensatz hierzu sendet England seine Patienten, deren kranken Verdauungsorgane die Fähigkeit abgeht oder vermindert ist, die Speisen in den Zustand zu versetzen, in welchem sie sich zur Verbindung mit dem Sauerstoff eignen, welche also weniger Widerstand produciren als das Klima, die Temperatur ihrer Heimath verlangt, nach südlichen Gegenden, wo die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs in einem so großen Verhältniß sich vermindert, und das Resultat, eine Verbesserung des Gesundheitszustandes, ist sichtbar. Die kranken Verdauungsorgane haben Kraft genug, um die geringere Menge von Speise in Verhältniß zu setzen mit dem verbrauchten Sauerstoff; in dem kältern Klima würden die Respirationsorgane selbst zu diesem Widerstand dienen müssen. Im Sommer sind bei uns die Leberkrankheiten (Kohlenstoffkrankheiten), im Winter die Lungenkrankheiten (Sauerstoffkrankheiten) vorherrschend.

Die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache

es auch sei, bedingt ein größeres Maaß von Speise. Der bloße Aufenthalt in freier Luft, gleichgültig ob im Reisewagen oder auf dem Verdeck von Schiffen, erhöht durch Strahlung und gesteigerte Verdunstung den Wärmeverlust, selbst ohne vermehrte Bewegung; er zwingt uns, mehr wie gewöhnlich zu essen. Dasselbe muß für Personen gelten, welche gewohnt sind, große Quantitäten kaltes Wasser zu trinken, welches auf 37° erwärmt wieder abgeht; — es vermehrt den Appetit, und schwächliche Constitutionen müssen durch anhaltende Bewegung den zum Ersatz der verlornen Wärme nöthigen Sauerstoff dem Körper hinzuführen. Starkes und anhaltendes Sprechen und Singen, das Schreien der Kinder, feuchte Luft, alles dieß übt einen bestimmten, nachweisbaren Einfluß auf die Menge der zu genießenden Speise aus.

In dem Vorhergehenden ist angenommen worden, daß vorzüglich der Kohlen- und Wasserstoff zur Verbindung mit dem Sauerstoff und zur Hervorbringung der animalischen Wärme dient; die einfachsten Beobachtungen zeigen in der That, daß der Wasserstoff der Speisen eine nicht minder wichtige Rolle wie der Kohlenstoff spielt. Der ganze Respirationsproceß erscheint in völliger Klarheit, wenn wir den Zustand eines Menschen oder Thiers bei Enthaltung von aller Speise ins Auge fassen. Die Athembewegungen bleiben ungeändert, es wird nach wie vor Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen

und Kohlensäure und Wasserdampf ausgeathmet. Wir wissen mit unzweifelhafter Bestimmtheit, woher der Kohlen- und Wasserstoff stammt, denn mit der Dauer des Hungers sehen wir den Kohlen- und Wasserstoff des Körpers sich vermindern. Die erste Wirkung des Hungers ist ein Verschwinden des Fettes; dieses Fett ist weder in den sparsamen Fäces, noch im Urin nachweisbar, sein Kohlen- und Wasserstoff sind durch Haut und Lunge in der Form einer Sauerstoffverbindung ausgetreten; es ist klar, diese Bestandtheile haben zur Respiration gedient. Jeden Tag treten 65 Loth Sauerstoff ein, und nehmen beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. (Currie sah einen Kranken, der nicht schlingen konnte, während eines Monats über 100 Pfund an seinem Gewichte verlieren, und ein fettes Schwein, das durch einen Bergsturz verschüttet wurde, lebte 160 Tage ohne Nahrung, und hatte über 120 Pfd. am Gewichte verloren. Martell in den Transactions of the Linnean Soc. Vol. XI. p. 411.) Das Verhalten der Winterschläfer, so wie die periodenweise Ansammlung von Fett bei andern Thieren, von Fett, das in andern Perioden ihres Lebens verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen, alle diese wohlbekannten Thatsachen beweisen, daß der Sauerstoff in dem Respirationsproceß keine Auswahl unter den Stoffen trifft, die sich zu einer Verbindung mit ihm eignen. Der Sauerstoff verbindet sich

mit Allem, was ihm dargeboten wird, und nur Mangel an Wasserstoff ist der Grund, warum sich überhaupt Kohlensäure bildet, eben weil bei der Temperatur des Körpers die Verwandtschaft des Wasserstoffs zum Sauerstoff bei weitem die des Kohlenstoffs übertrifft. Wir wissen in der That, daß die grasfressenden Thiere ein dem eingeathmeten Sauerstoff gleiches Volum Kohlensäure wieder ausathmen, während bei den Fleischfressern, der einzigen Thierklasse, welche Fett in ihrer Nahrung genießt, mehr Sauerstoff aufgenommen wird, als dem ausgeathmeten Kohlensäurevolum entspricht; bestimmte Versuche haben dargethan, daß in manchen Fällen nur die Hälfte von dem Volumen des Sauerstoffs an Kohlensäuregas ausgeathmet wird. Diese Beobachtungen sind keiner Widerlegung fähig, sie sind überzeugender als alle die künstlich und willkürlich hervorgerufenen Erscheinungen, die man Versuche nennt, Versuche, welche völlig entbehrlich, alles Gegengewichtes ermangeln, wenn die Gelegenheit zur Beobachtung in der Natur sich darbietet und diese Gelegenheit verständig benutzt wird.

Bei Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach alle der Löslichkeit fähigen festen Stoffe. In dem völlig abgezehrten Körper der Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractibilität beraubt; alle Theile des Körpers, welche fähig waren, in den Zustand der Bewegung überzuge-

ben, haben dazu gedient, um den Reſt der Gebilde vor der Alles zerſtörenden Wirkung der Atmoſphäre zu ſchützen; zuletzt nehmen die Beſtandtheile des Gehirns Antheil an dieſem Oxydationsproceß, es erfolgt Wahnſinn, Irrereden und der Tod, das heißt, aller Widerſtand hört völlig auf, es tritt der chemiſche Proceß der Verweſung ein, alle Theile des Körpers verbinden ſich mit dem Sauerſtoff der Luft. Die Zeit, in welcher ein Verhungernder ſtirbt, richtet ſich nach dem Zuſtand der Fettleibigkeit, nach dem Zuſtand der Bewegung (Anſtrengung und Arbeit), nach der Temperatur der Luft, und iſt zuletzt abhängig von der Gegenwart oder Abweſenheit des Waſſers. Durch die Haut und Lunge verdunſtet eine gewiſſe Menge Waſſer, durch deren Austreten, als der Bedingung aller Vermittelung von Bewegungen, der Tod beſchleunigt wird. Es gibt Fälle, wo bei ungeſchmälertem Waſſergenuß der Tod erſt nach 20, in einem Falle erſt nach 60 Tagen erfolgte.

In allen chroniſchen Krankheiten erfolgt der Tod durch die nämliche Urſache, durch die Einwirkung der Atmoſphäre. Wenn die Stoffe fehlen, welche in dem Organismus zur Unterhaltung des Reſpirationsproceſſes beſtimmt ſind, wenn die Organe des Kranken ihre Function verſagen, wenn ſie die Fähigkeit verlieren, zu ihrem eigenen Schutz die genoſſenen Speiſen in den Zuſtand zu verſetzen, in dem ſich ihre Beſtandtheile

mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden vermögen, so wird ihre eigene Substanz, das Fett, das Gehirn, die Substanz der Muskeln und Nerven dazu verwendet. Die eigentliche Ursache des Todes ist in diesen Fällen der Respirationsproceß, die Einwirkung der Atmosphäre. Mangel an Nahrung, an Fähigkeit, sie zu Bestandtheilen des Organismus zu machen, ist Mangel an Widerstand, es ist die negative Ursache des Aufhörens der Lebensthätigkeit. Die Flamme geht aus, weil das Oel verzehrt ist; es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat.

In manchen Krankheitszuständen erzeugen sich Stoffe, die zur Assimilation nicht verwendbar sind, durch bloße Enthaltung von Speisen werden sie aus dem Körper entfernt, sie verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen, indem ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung treten. Von dem Augenblick an, wo die Function der Haut oder Lunge eine Störung erleidet, erscheinen kohlenstoffreichere Stoffe im Urin, der seine gewöhnliche Farbe in braun umändert; die Respiration ist das fallende Gewicht, die gespannte Feder, welche das Uhrwerk in Bewegung erhält, die Athemzüge sind die Pendelschläge, die es reguliren. Wir kennen bei unsern gewöhnlichen Uhren mit mathematischer Schärfe die Aenderungen, welche durch die Länge des Pendels oder durch äußere Temperaturen ausgeübt werden auf ihren regel-

mäßigen Gang; allein nur von wenigen iſt in ſeiner Klarheit der Einfluß erkannt, den die Luft und Temperatur auf den Geſundheitszuſtand des menſchlichen Körpers ausüben, und doch iſt die Ausmittelung der Bedingungen, um ihn im normalen Zuſtand zu erhalten, nicht ſchwieriger als bei einer gewöhnlichen Uhr.

Neunzehnter Brief.

In meinem letzten Briefe habe ich es versucht, Ihnen einige Aufklärungen über die einfachen und doch so wunderbaren Functionen zu geben, welche der Sauerstoff der Atmosphäre durch seine Vereinigung mit dem Kohlenstoff in dem thierischen Organismus zu erfüllen hat; gestatten Sie mir heute, einige Bemerkungen über die Materien, welche den Mechanismus desselben im Gang zu erhalten bestimmt sind, über die Nahrungsmittel, hinzuzufügen.

Wenn die Zunahme an Masse in dem thierischen Körper, die Ausbildung seiner Organe und ihre Reproduction aus dem Blute, d. h. aus den Bestandtheilen desselben geschieht, so können nur diejenigen Materien Nahrungsmittel genannt werden, welche fähig sind, zu Blut zu werden. Die Untersuchung der Stoffe, die sich hierzu eignen, beschränkt sich hiernach auf die Ausmittelung der Zusammensetzung der Nahrungsmittel und ihre

Vergleichung mit der Zusammensetzung der Bestandtheile des Blutes. Zwei Materien sind als Hauptbestandtheile des Blutes vorzüglich in Betracht zu ziehen. Die eine davon, das Fibrin, scheidet sich augenblicklich aus dem Blute ab, sobald es aus der Circulation genommen wird. Jedermann weiß, daß das Blut in diesem Falle gerinnt, es trennt sich in eine gelbliche Flüssigkeit, in Blutserum, und eine gallertartige Masse, die sich in weichen, zähen, elastischen Fäden an einen Stab oder eine Ruthe anhängt, mit denen man das frische Blut, während seines Gerinnens, peitscht oder schlägt. Der zweite Hauptbestandtheil des Blutes ist im Blutserum enthalten, er ertheilt dieser Flüssigkeit alle Eigenschaften des weißen Theils des Hühnereies, indem er identisch mit diesem Bestandtheil aller Eier ist. Er gerinnt in der Hitze zu einer weißen, elastischen Masse; dieser gerinnende Bestandtheil ist das Albumin. Fibrin und Albumin, die Hauptbestandtheile des Blutes, enthalten im Ganzen sieben chemische Elemente, unter welche namentlich Stickstoff, Phosphor und Schwefel, so wie die Substanz der Knochen gehört. In dem Serum befinden sich Kochsalz und Salze in Auflösung, welche Kali, Natron als Basen enthalten; sie sind mit Kohlen-, Phosphor- und Schwefelsäure verbunden. Die Blutkörperchen enthalten Fibrin und Albumin, sowie einen rothen Farbstoff, in welchem Eisen einen nie fehlenden Bestandtheil

ausmacht. Außer diesen enthält das Blut noch einige fette Körper in geringer Menge, die sich von den gewöhnlichen Fetten durch verschiedene Eigenschaften unterscheiden.

Die chemische Analyse hat zu dem merkwürdigen Resultate geführt, daß Fibrin und Albumin einerlei Elemente, und zwar in dem nämlichen Gewichtsverhältniß enthalten, in der Art also, daß, wenn man zwei Analysen, die eine von Fibrin, die andere von Albumin, nebeneinander stellt, wir keinen größeren Unterschied in der procentischen Zusammensetzung wahrnehmen, wie in zwei Analysen von Fibrin, oder in zwei Analysen von Albumin.

In beiden Blutbestandtheilen sind offenbar, dieß zeigt ihr verschiedener Zustand, die Elemente auf verschiedene Weise geordnet, allein ihrer Zusammensetzung nach sind sie identisch. Dieser Schluß ist neuerdings auf's schönste dadurch bestätigt worden, daß es einem ausgezeichneten Physiologen (Dénis) gelang, Fibrin in den Zustand von Albumin künstlich überzuführen, ihm also die Löslichkeit und Gerinnbarkeit zu geben, die das Eiweiß charakterisirt. Neben der gleichen Zusammensetzung haben sie noch die chemische Eigenschaft mit einander gemein, daß sie sich beide in starker Salzsäure zu einer intensiv indigblauen Flüssigkeit lösen, welche gegen alle Materien, die man damit zusammenbringt, ein ganz gleiches Verhalten

zeigt. Albumin und Fibrin können beide in dem Ernährungsprocesse zu Muskelfaser werden, und Muskelfaser kann rückwärts wieder in Blut übergehen. Dieser Uebergang ist von den Physiologen längst außer allen Zweifel gestellt, und die Chemie hat also nur nachgewiesen, daß die Metamorphose rückwärts und vorwärts erfolgen kann, kraft einer einwirkenden Thätigkeit, ohne Zuhülfenahme eines dritten Körpers oder seiner Bestandtheile, ohne daß also ein fremdes Element aufgenommen zu werden oder ein in Verbindung vorhandenes auszutreten braucht.

Wenn wir nun die Zusammensetzung aller Gebilde mit der des Fibrins und Albumins im Blut vergleichen, so ergeben sich folgende Beziehungen. Alle Theile des Thierkörpers, die eine bestimmte Form besitzen, welche Bestandtheile von Organen sind, enthalten Stickstoff. Kein Theil oder Bestandtheil eines Organs, welches Bewegung und Leben besitzt, ist frei von Stickstoff, alle enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, wiewohl diese letzteren nie in dem Verhältniß wie im Wasser. Die Hauptbestandtheile des Bluts enthalten nahe an 16 Procent Stickstoff, kein Theil eines Organs enthält weniger Stickstoff wie das Blut. Die entscheidendsten Versuche und Beobachtungen haben bewiesen, daß der thierische Organismus durchaus unfähig ist, ein chemisches Element, Kohlen- oder Stickstoff, aus andern Materien, in denen diese Körper fehlen, hervorzubringen,

und es iſt hiernach einleuchtend, daß alle Nahrungsmittel, die zur Blutbildung oder zur Bildung von Zellen, Membranen, Haut, Haaren, Muskelfaſer dienen ſollen, eine gewiſſe Portion Stickſtoff enthalten müſſen, eben weil dieſer einen Beſtandtheil der genannten Organe ausmacht, dieſe aus andern Elementen, die man ihnen darbietet, keinen Stickſtoff erzeugen können, und weil kein Stickſtoff aus der Atmoſphäre in dem Lebensproceß verwendet wird.

Der thieriſche Körper enthält in der Nerven- und Gehirnſubſtanz eine große Menge Albumin, und außer dieſem zwei eigenthümliche fette Säuren, die ſich von allen andern Fetten durch einen Gehalt von Phosphor (-ſäure?) unterſcheiden. Eins dieſer Fette enthält Stickſtoff. Waſſer und Fett machen zuletzt die ſtickſtofffreien Beſtandtheile des Thierkörpers aus, beide ſind formlos, und nehmen nur inſofern Antheil an dem Lebensproceß, als durch ſie die Lebensfunctionen vermittelt werden. Die nicht organiſchen Beſtandtheile des Thierkörpers ſind Eiſen, Kalk, Bittererde, Kochſalz, ſo wie die Alkalien.

Die Ernährung der Fleiſchfreſſer nimmt unter allen Thierklaſſen die einfachſte Form an; ſie leben vom Blut und Fleiſch der gras- und körnerfreſſenden Thiere, allein dieſes Blut und Fleiſch iſt identiſch in allen ſeinen Eigenſchaften mit ihrem eigenen Blut und Fleiſch, weder

chemisch, noch physiologisch ist ein Unterschied wahrnehmbar.

Die Nahrung der fleischfressenden Thiere ist aus Blut entstanden, sie wird in ihrem Magen flüssig und überführbar in andere Körpertheile, sie wird in ihrem Leibe wieder zu Blut, und aus diesem Blute erzeugen sich alle Theile ihres Körpers wieder, die eine Veränderung oder Umsetzung erlitten haben. Bis auf Klauen, Haare, Federn und Knochenerde ist kein Bestandtheil der Nahrung der Carnivoren unassimilirbar. In chemischem Sinn kann man also sagen, daß das fleischfressende Thier zur Erhaltung seiner Lebensprocesse sich selbst verzehrt. Dasjenige, was zu seiner Ernährung dient, ist identisch mit den Bestandtheilen seiner Organe, welche erneuert werden sollen.

Ganz anders stellt sich, dem Anschein nach, der Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere dar; ihre Verdauungsorgane sind minder einfach, und ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die ihrer Hauptmasse nach nur sehr wenig Stickstoff enthalten. Aus welchen Stoffen, kann man fragen, entsteht bei ihnen das Blut, aus dem sich ihre Organe entwickeln? Diese Frage läßt sich mit genügender Sicherheit beantworten. Die chemischen Untersuchungen haben dargethan, daß alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, gewisse Bestandtheile enthalten, welche reich sind an Stickstoff,

und die gewöhnlichſten Erfahrungen beweiſen, daß die Thiere zu ihrer Erhaltung und Ernährung der Quantität nach um ſo weniger von dieſen Pflanzentheilen bedürfen, je reicher ſie an dieſen ſtickſtoffhaltigen Stoffen ſind; ſie können nicht mit Materien ernährt werden, worin ſie fehlen. In vorzüglicher Menge ſind dieſe Erzeugniſſe der Pflanzen in den Samen der Getreidearten, der Erbſen, Linſen, Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der ſogenannten Gemüspflanzen enthalten, ſie fehlen übrigens in keiner einzigen Pflanze, in keinem ihrer Theile.

Dieſe ſtickſtoffhaltigen Nahrungsſtoffe laſſen ſich im Ganzen auf drei Materien zurückführen, die ihrer äuſſern Beſchaffenheit nach leicht von einander zu unterſcheiden ſind. Zwei davon ſind im Waſſer löslich, der dritte wird davon nicht aufgenommen. Wenn man friſch ausgepreſſte Pflanzenſäfte ſich ſelbſt überläſt, ſo tritt nach wenigen Minuten eine Scheidung ein, es ſondert ſich ein gelatinöſer Niederſchlag ab, gewöhnlich von grüner Farbe, welcher, mit Flüſſigkeiten behandelt, die den Farbſtoff löſen, eine graumeiſe Materie hinterläſt. Dieſe Subſtanz iſt unter dem Namen grünes Saamenmehl der Pflanzenſäfte den Pharmaceuten wohl bekannt. Dieß iſt das eine von den ſtickſtoffhaltigen Nahrungsmitteln der Thiere, es hat den Namen Pflanzenfibrin erhalten. Der Saft der Gräſer iſt vorzüglich reich an dieſem Beſtandtheil, er iſt in reichlichſter Menge in dem Weizenſamen, ſowie über-

haupt in den Samen der Cerealien enthalten, und kann aus dem Weizenmehl durch eine mechanische Operation ziemlich rein erhalten werden. In diesem Zustande heißt er Kleber, allein die klebenden Eigenschaften gehören ihm nicht an, sondern einer geringen Menge eines beigemischten fremden Körpers, der in dem Samen der übrigen Getreide-Arten fehlt.

Wie sich aus der Art seiner Darstellung ergibt, ist das Pflanzenfibrin im Wasser nicht löslich, obwohl man nicht zweifeln kann, daß es in der lebenden Pflanze im Safte gelöst vorhanden war, aus dem es sich, ähnlich wie das Fibrin aus Blut, erst später abschied. Der zweite stickstoffhaltige Nahrungsstoff ist in dem Saft der Pflanzen gelöst, er scheidet sich daraus bei gewöhnlicher Temperatur nicht ab, wohl aber, wenn der Pflanzensaft zum Sieden erhitzt wird. Bringt man den ausgepreßten klaren Saft, am besten von Gemüsepflanzen, von Blumenkohl, Spargel, Kohlraben, weißen Rüben ꝛc., zum Sieden, so entsteht darin ein Coagulum, welches in seiner äußern Beschaffenheit und seinen Eigenschaften schlechterdings nicht zu unterscheiden ist von dem Körper, der sich als Gerinnsel abscheidet, wenn man mit Wasser verdünntes Blutserum oder Eiweiß der Siedhitze aussetzt. Dieß ist das Pflanzenalbumin; in vorzüglicher Menge findet sich dieser Körper in gewissen Samen, in Rüben, in Mandeln und andern, in denen das Amylon der

Getreidekörnern sich vertreten findet durch Oel und Fett. Der dritte stickstoffhaltige Nahrungsstoff, den die Pflanzen produciren, das Pflanzencasein, findet sich hauptsächlich in den Samenlappen der Erbsen, Linsen und Bohnen; er ist, wie das Pflanzenalbumin, im Wasser löslich, unterscheidet sich aber von ihm dadurch, daß seine Auflösung durch Hitze nicht coagulirt wird; beim Abdampfen und Erkalten zieht sich an der Oberfläche eine Haut, und, mit Säuren versetzt, entsteht darin ein Gerinnsel wie in der Thiermilch.

Diese drei Stoffe, Pflanzenfibrin, -Albumin und -Casein, sind die eigentlichen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe der pflanzenfressenden Thiere, alle andern in Pflanzen vorkommenden stickstoffhaltigen Materien werden entweder, wie die Stoffe in den Gift- und Medicinalpflanzen, von den Thieren nicht genossen, oder sie sind ihrer Nahrung in so außerordentlich kleinen Gaben beigemischt, daß sie zur Vermehrung der Masse ihres Körpers nicht beizutragen vermögen. Die chemische Untersuchung der drei genannten Substanzen hat zu dem interessanten Resultat geführt, daß sie einerlei organische Elemente in dem nämlichen Gewichtsverhältniß enthalten, und, was noch weit merkwürdiger ist, es hat sich ergeben, daß sie identisch sind in ihrer Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin. Sie lösen sich alle drei in concentrirter Salz-

klare mit der nämlichen intensiven Farbe auf, und auch in ihren physikalischen Eigenschaften sind Thierfibrin und Thieralbumin von Pflanzenfibrin und Pflanzenalbumin in keiner Weise verschieden. Es verdient ganz besonders hervorgehoben zu werden, daß hier unter einer gleichen Zusammensetzung nicht blos eine ähnliche gemeint ist, sondern es ist auch in Beziehung auf ihren Gehalt an Schwefel, Knochenerde und phosphorsauren Alkalien kein Unterschied wahrzunehmen.

In welcher bewundernswürdigen Einfachheit erscheint nach diesen Entdeckungen der Bildungsprocess im Thier, die Entstehung seiner Organe, der Hauptträger der Lebensthätigkeit. Die Pflanzenstoffe, welche in den Thieren zur Blutbildung verwendet werden, enthalten die Hauptbestandtheile des Blutes, Fibrin und Albumin, fertig gebildet allen ihren Elementen nach; alle Pflanzen enthalten auch überdieß eine gewisse Menge Eisen, das wir im Blutfarbestoff wiederfinden. Pflanzen- und Thierfibrin, Pflanzen- und Thieralbumin sind kaum der Form nach verschieden; wenn diese Stoffe in der Nahrung der Thiere fehlen, so hört die Ernährung auf, und wenn sie darin gegeben werden, so empfängt das pflanzenfressende Thier die nämlichen Materien, auf welche die fleischfressenden Thiere zu ihrer Erhaltung beschränkt sind. Die Pflanzen erzeugen in ihrem Organismus das Blut aller Thiere, denn in dem Blut und Fleisch der pflanzenfressenden

verzehren die fleischfressenden im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die erstern sich ernährt haben; Pflanzenfibrin und -Albumin nehmen in dem Magen des pflanzenfressenden Thieres genau die nämliche Form an, wie Thierfibrin und Thieralbumin in dem Magen der Carnivoren.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Entwicklung der Organe eines Thiers, ihre Vergrößerung und Zunahme an Masse, an die Aufnahme gewisser Stoffe geknüpft ist, die identisch sind mit den Hauptbestandtheilen ihres Blutes. In diesem Sinne kann man sagen, daß der Thierorganismus sein Blut nur der Form nach schafft, daß ihm die Fähigkeit mangelt, es aus andern Stoffen zu erzeugen, die nicht identisch sind mit seinen Hauptbestandtheilen. Damit kann freilich nicht behauptet werden, daß ihm die Fähigkeit, andere Verbindungen zu erzeugen, abgeht; wir wissen im Gegentheil, daß der Organismus eine große Reihe anderer, von seinen Blutbestandtheilen in ihrer Zusammensetzung abweichender Verbindungen hervorbringt, aber den Anfangspunkt der Reihe, seine Blutbestandtheile, kann er sich nicht bilden. — Der Thierorganismus ist eine höhere Pflanze, deren Entwicklung mit denjenigen Materien beginnt, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Pflanze aufhört; sobald diese Samen getragen hat, stirbt sie ab, oder es hört damit eine Periode ihres Lebens auf. In der unend-

dieser Reihe von Veränderungen, welche mit den Nahrungsstoffen der Pflanzen mit Kohlensäure, Ammoniak und Wasser anfängt, bis zu den zusammengesetztesten Bestandtheilen des Gehirns im Thierkörper finden wir keine Lücke, keine Unterbrechung. Der erste Nahrungsstoff des Thiers ist das letzte Product der schaffenden Thätigkeit der Pflanze. Die Substanz der Zellen und Membranen, der Nerven und des Gehirns erzeugt die Pflanze nicht. Das Wunderbare in der schaffenden Thätigkeit der Pflanze verliert sich, wenn man erwägt, daß die Erzeugung der Blutbestandtheile nicht auffallender erscheinen kann, als wenn wir Ochsen- und Hammeltalg (in den Cacaobohnen) oder Menschenschmalz (im Olivenöl), die Hauptbestandtheile der Kuhbutter (Palmbutter), auf Bäumen wachsend finden, daß wir das Pferdefett und den Fischthran in den ähnlichen Samen entstehen sehen.

Zwanzigſter Brief.

Der Inhalt meines vorigen Briefes hat Ihnen, wie ich hoffe, einige befriedigende Aufklärungen über die Art und Weiſe gegeben, wie die Zunahme in der Maſſe der Organe eines Thieres vor ſich geht; es bleibt mir jetzt noch übrig, Ihnen Einiges über die Rolle mitzutheilen, welche die ſtickſtofffreien Subſtanzen, Zucker, Amylon, Gummi, Pektin u. ſ. w., in dem thieriſchen Organismus ſpielen.

Die größte aller Thierklaſſen kann ohne dieſe Materien nicht leben, ihre Nahrung muß eine gewiſſe Menge davon enthalten, und wir ſehen ihrem Leben ein raſches Ziel geſetzt, wenn ſie in ihr fehlen. Dieſe wichtige Frage erſtreckt ſich gleichfalls auf die Beſtandtheile der Nahrung des fleiſchfreſſenden Thieres in der früheſten Periode ſeines Lebens; denn auch dieſe Nahrung enthält gewiſſe Beſtandtheile, welche ſein Körper zu ſeiner Erhaltung im erwachſenen Zuſtande nicht bedarf. In dem jugend-

lichen Körper der Fleischfresser geschieht offenbar die Ernährung in einer ähnlichen Weise, wie in dem Körper der pflanzenfressenden Thiere; seine Entwickelung ist an die Aufnahme einer Flüssigkeit gebunden, welche der Leib der Mutter in der Form der Milch absondert. Die Milch enthält nur einen stickstoffhaltigen Bestandtheil, den sogenannten Käsestoff, Caſein, außer diesem sind ihre Hauptbestandtheile Butter (Fett) und Milchzucker. Aus dem stickstoffhaltigen Bestandtheil der Milch muß das Blut des jungen Thieres, seine Muskelfaser, Zellen- und Nervensubstanz und Knochen erzeugt worden sein, denn Butter und Milchzucker enthalten keinen Stickstoff. Die Untersuchung des Caseins hat nun zu dem Resultat geführt, was nach dem Vorhergehenden kaum mehr überraschen kann, daß auch dieser Stoff identisch ist in seiner Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin, ja was noch mehr ist, die Vergleichung seiner Eigenschaften mit denen des Pflanzencaseins hat gezeigt, daß er mit diesem auch identisch ist in allen seinen Eigenschaften, in der Art also, daß gewisse Pflanzen, wie die Erbsen, Bohnen, Linsen, den nämlichen Körper zu erzeugen vermögen, welcher aus dem Blute der Mutter entsteht und zur Blutbildung in dem Körper des jungen Thieres verwendet wird. In dem Casein, das sich durch seine außerordentliche Löslichkeit und Nichtgerinnbarkeit in der Wärme von dem Fibrin

und Albumin unterſcheidet, empfängt demnach das junge Thier, ſeinem Hauptbeſtandtheil nach, das Blut ſeiner Mutter; zu ſeinem Uebergang in Blut gehört kein dritter Stoff, und keiner der Beſtandtheile des Blutes ſeiner Mutter trennt ſich davon bei ihrem Uebergang in Caſein. In chemiſcher Verbindung enthält das Caſein der Milch eine weit größere Quantität von Knochenerde als das Blut, und zwar in höchſt löslichem Zuſtande, überführbar alſo in alle Körpertheile. Auch in der früheſten Periode ihres Lebens iſt die Entwicklung und Ausbildung der Träger der Lebensthätigkeit im jungen Thier an die Aufnahme einer Materie gebunden, welche in Beziehung auf ſeine organiſchen Beſtandtheile identiſch iſt in ihrer Zuſammenſetzung mit den Hauptbeſtandtheilen ſeines Blutes.

Wozu dient nun aber das Fett der Butter, der Milchzucker? Was iſt der Grund, warum ſie zum Leben dieſer Thiere unentbehrlich ſind? Butter und Milchzucker enthalten keine fixen Baſen, keinen Kalk, kein Natron, kein Kali; der Milchzucker beſitzt eine den gewöhnlichen Zuckerarten, dem Amylon, dem Gummi, dem Pectin ähnliche Zuſammenſetzung, dieſe Materien beſtehen aus Kohlenſtoff und den Elementen des Waſſers und zwar genau in dem nämlichen Verhältniſſe wie im Waſſer. Durch dieſe ſtickſtofffreien Stoffe iſt alſo ihren ſtickſtoffhaltigen eine gewiſſe Menge Kohlenſtoff, oder, wie in der Butter, von Kohlenſtoff

und Wasserstoff zugesetzt, ein Ueberschuß von Elementen also, der zur Blutbildung schlechterdings nicht verwendet werden kann, eben weil ihre stickstoffhaltigen Nahrungsmittel genau die Kohlenstoffmengen schon enthalten, welche zur Bildung von Fibrin und Albumin nötig sind. Es ist eine unbestreitbare Thatsache, daß in einem erwachsenen fleischfressenden Thiere, das an Gewicht von Tag zu Tag weder merklich zu- noch abnimmt, Nahrung, Umsetzung der Gebilde und Sauerstoffverbrauch in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu einander stehen. Der Kohlenstoff der entwichenen Kohlensäure, der des Harns, der Stickstoff des Harns und der Wasserstoff, welcher als Ammoniak und Wasser austritt, diese Elemente zusammengenommen müssen dem Gewicht nach vollkommen gleich sein dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff der umgesetzten Gebilde, und, insofern diese durch die Nahrung genau ersetzt worden sind, dem Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff der Nahrung. Wäre dieß nicht der Fall, so würde das Gewicht des Thieres sich nicht gleich bleiben können.

Das Gewicht des sich entwickelnden jungen fleischfressenden Thieres bleibt sich aber nicht gleich, es nimmt im Gegentheil von Tag zu Tag um eine bestimmbare Größe zu. Diese Thatsache setzt voraus, daß der Assimilationsproceß in dem jugendlichen Thiere stärker, intensiver ist, als der Proceß der Umsetzung der vorhandenen

Gebilde. Wären beide Thätigkeiten gleich, so könnte ihr Gewicht nicht zunehmen, wäre der Verbrauch größer, so müßte sich ihr Gewicht vermindern. Das junge Thier empfängt seine Blutbestandtheile in dem Caſein der Milch, eine Umſetzung der verbundenen Gebilde geht vor ſich, denn Gallen- und Harnſecretion finden ſtatt, die Subſtanz der umgeſetzten Gebilde tritt in der Form von Harn und von Kohlenſäure und Waſſer aus ihrem Körper, allein die Butter und der Milchzucker der Milch ſind ebenfalls verſchwunden, ſie laſſen ſich in den Fäces nicht nachweiſen. Butter und Milchzucker ſind in der Form von Waſſer und Kohlenſäure ausgetreten und ihre Verwandlung in Sauerſtoffverbindungen beweiſt aufs klarſte, daß weit mehr Sauerſtoff aufgenommen wurde als nöthig war, um mit dem Kohlenſtoff und Waſſerſtoff der umgeſetzten Gebilde Kohlenſäure und Waſſer zu bilden. Die in dem Lebensproceß des jungen Thiers vor ſich gehende Veränderung und Umſetzung der Gebilde liefert demgemäß in einer gegebenen Zeit weit weniger Kohlenſtoff und Waſſerſtoff in der zur Reſpiration geeigneten Form, als dem aufgenommenen Sauerſtoff entſpricht, die Subſtanz der Organe leidet würde einen raſcheren Stoffwechſel erfahren, ſie würde der Einwirkung des Sauerſtoffs unterliegen müſſen, wenn der fehlende Kohlenſtoff und Waſſerſtoff von einer andern Quelle nicht geliefert werden würde. Die fortſchreitende Junahme an

Maſſe, die freie und ungehinderte Entwicklung der Organe des jungen Thieres, ſie wird alſo durch die Gegenwart fremder Materien bedingt, die in dem Ernährungsproceß keine andere Rolle ſpielen, als daß ſie die neu ſich bildenden Organe vor der Einwirkung des Sauerſtoffs ſchützen; ihre Beſtandtheile ſind es, die ſich mit dem Sauerſtoff verbinden; ohne zu unterliegen, würden die Organe ſelbſt dieſen Widerſtand nicht übernehmen können, d. h. eine Zunahme an Maſſe, bei gleichem Sauerſtoffverbrauch, würde ſchlechterdings unmöglich ſein. Ueber den Zweck, zu welchem die Natur der Nahrung der jungen Säugethiere ſtickſtoffreie Materien zugeſetzt hat, die ihr Organismus zur eigentlichen Ernährung, zur Blutbildung nicht verwenden kann, Materien, die zur Unterhaltung ihrer Lebensfunctien im erwachſenen Zuſtande völlig entbehrlich ſind, kann man nach dem Vorhergehenden nicht zweifelhaft ſein.

Der Ernährungsproceß der fleiſchfreſſenden Thiere ſtellt ſich mithin in zwei Formen dar, von denen wir die eine Form in den gras- und körnerfreſſenden Thieren wiederkehren ſehen. Bei dieſer Thierklaſſe beobachten wir, daß während ihrer ganzen Lebensdauer ihre Exiſtenz an die Aufnahme von Stoffen geknüpft iſt, welche eine dem Milchzucker gleiche oder ähnliche Zuſammenſetzung beſitzen. Allem, was ſie genießen, iſt jederzeit eine gewiſſe Quantität von Amylon (Stärke), oder Gummi, oder

Zucker, oder Pectin beigemiſcht. Auf eine klare und überzeugende Weiſe ſtellt ſich der Antheil heraus, den dieſe ſtickſtofffreien Materien an dem Nutritionsproceß der pflanzenfreſſenden Thiere nehmen, wenn wir die verhältnißmäßig ſo geringe Menge Kohlenſtoff in Betrachtung ziehen, die ſie in ihren ſtickſtoffhaltigen Nahrungsmitteln genießen; ſie ſteht durchaus in keinem Verhältniſſe zu dem durch Lunge und Haut aufgenommenen und verbrauchten Sauerſtoff. Ein Pferd kann z. B. in vollkommen gutem Zuſtande erhalten werden, wenn ihm täglich 180 Loth = 15 Pfund Heu und 144 Loth = 4½ Pfund Hafer zur Nahrung gegeben werden. Wenn wir uns nun den ganzen Gehalt dieſer Nahrungsſtoffe an Stickſtoff, ſo wie ihn die Elementaranalyſe feſtgeſetzt hat (Heu 1,5 Procent, Hafer 2,2 Procent), rückwärts in Blut, nämlich in Fibrin und Albumin, mit dem ganzen Waſſergehalt des Blutes (80 Procent) verwandelt denken, ſo empfängt das Pferd täglich nur $8^{9}/_{10}$ Loth Stickſtoff, welche etwas über 8 Pfund Blut entſprechen. Mit dieſem Stickſtoff hat aber das Thier in den andern Beſtandtheilen, welche damit verbunden waren, nur $28^{9}/_{10}$ Loth Kohlenſtoff empfangen.

Ohne weitere Rechnung anzuſtellen, wird Jedermann zugeben, daß das Luftvolum, das ein Pferd ein- und ausathmet, daß die Menge des von ihm verzehrten

Sauerstoffgases und in dessen Folge die Menge des ausgetretenen Kohlenstoffs weit größer ist als beim Respirationsproceß des Menschen. Nun verbraucht aber ein erwachsener Mensch täglich nahe an achtundzwanzig Loth Kohlenstoff und die Bestimmung von Bouffingault, wonach ein Pferd täglich hundertachtundfünfzig Loth ausathmet, kann von der Wahrheit nicht sehr entfernt sein. In den stickstoffhaltigen Bestandtheilen seiner Nahrung erhält das Pferd mithin nur etwas mehr als den fünften Theil des Kohlenstoffs, den sein Organismus zur Unterhaltung des Respirationsprocesses bedarf, und wir sehen, daß die Weisheit des Schöpfers allen seinen Nahrungsmitteln ohne Ausnahme die übrigen vier Fünftel Kohlenstoff, welche in den stickstoffhaltigen Bestandtheilen fehlen, in mannichfaltigen Formen, als Amylon, Zukker ꝛc. zugesetzt hat, welche das Thier, ohne der Einwirkung des Sauerstoffs zu unterliegen, nicht entbehren kann.

Es ist offenbar, daß in dem Organismus des pflanzenfressenden Thieres, dessen Nahrung eine verhältnißmäßig so kleine Menge seiner Blutbestandtheile enthält, der Act der Umsetzung der vorhandenen Gebilde, daß demzufolge ihre Erneuerung, die Reproduction derselben, bei weitem minder rasch vor sich geht als bei den fleischfressenden Thieren; denn wäre dies der Fall, so würde eine tausendmal reichere Vegetation zu ihrer Er-

nährung nicht hinreichen: Zucker, Gummi, Amylon würden keine Bedingungen zur Erhaltung ihres Lebens sein, eben weil die kohlenstoffhaltigen Producte der Umsezung ihrer Organe für den Respirationsproceß hinreichen würden.

Einundzwanzigster Brief.

Erlauben Sie mir heute, die Principien, welche den Inhalt meiner beiden letzten Briefe ausmachten, auf die Verhältniſſe unſerer eigenen Gattung anzuwenden.

Der fleiſchfreſſende Menſch bedarf zu ſeiner Erhaltung und Ernährung eines ungeheuren Gebietes, weiter und ausgedehnter noch wie der Löwe und Tiger, weil er, wenn die Gelegenheit ſich darbietet, tödtet, ohne zu genießen. Eine Nation von Jägern auf einem begränzten Flächenraum iſt der Vermehrung durchaus unfähig; der zum Athmen unentbehrliche Kohlenſtoff muß von den Thieren genommen werden, von denen auf der gegebenen Fläche nur eine beſchränkte Anzahl leben kann. Dieſe Thiere ſammeln von den Pflanzen die Beſtandtheile ihrer Organe und ihres Blutes, und liefern ſie den von der Jagd lebenden Indianern, die ſie unbegleitet von den ſtickſtofffreien Subſtanzen genießen, welche während der Lebensdauer des Thieres ſeinen Reſpirations-

proceß unterbielten; es iſt bei dem fleiſcheſſenden Menſchen der Kohlenſtoff des Fleiſches, welcher das Amylon, den Zucker erſetzen muß. In fünfzehn Pfund Fleiſch iſt aber nicht mehr Kohlenſtoff enthalten als in vier Pfund Amylon, und während der Indianer mit einem einzigen Thier und einem ihm gleichen Gewicht Amylon eine gewiſſe Anzahl von Tagen hindurch ſein Leben und ſeine Geſundheit würde erhalten können, muß er, um den für dieſe Zeit für ſeine Reſpiration unentbehrlichen Kohlenſtoff zu erhalten, fünf Thiere verzehren.

Man ſieht leicht, in welchem engen Verbande die Vermehrung des Menſchengeſchlechts mit dem Ackerbau ſteht. Der Anbau der Culturpflanzen hat zuletzt keinen andern Zweck als die Hervorbringung eines Maximums der zur Aſſimilation und Reſpiration dienenden Stoffe auf dem möglichſt kleinſten Raum. Die Getreide- und Gemüſepflanzen liefern uns in dem Amylon, dem Zucker, Gummi, nicht nur den Kohlenſtoff, der unſere Organe vor der Einwirkung des Sauerſtoffs ſchützt und in dem Organismus die zum Leben unentbehrliche Wärme erzeugt, ſondern in dem Pflanzenfibrin, -Albumin und -Caſein noch überdieß unſer Blut, aus dem ſich die übrigen Beſtandtheile des Körpers entwickeln. Der fleiſchfreſſende Menſch athmet, wie das fleiſchfreſſende Thier, auf Koſten der Materien, die durch die Umſetzung ſeiner Organe entſtanden ſind, und ähnlich, wie der Löwe, der Tu-

ger, die Hyäne in den Kasten unserer Menagerien, durch unaufhörliche Bewegung den Umsatz ihrer Gebilde beschleunigen müssen, um den zur Respiration nöthigen Stoff zu erzeugen, muß sich der Indianer, des nämlichen Zweckes wegen, den größten Anstrengungen und mühevollsten Beschwerden unterziehen; er muß Kraft verbrauchen, lediglich um Stoff zum Athmen zu schaffen. Die Cultur ist die Oekonomie der Kraft; die Wissenschaft lehrt uns die einfachsten Mittel erkennen, um mit dem geringsten Aufwand von Kraft den größten Effect zu erzielen, und mit gegebenen Mitteln ein Maximum von Kraft hervorzubringen. Eine jede unnütze Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agricultur, in der Industrie und der Wissenschaft, so wie im Staate, charakterisirt die Rohheit oder den Mangel an Cultur.

Nach dem Vorhergehenden lassen sich die Nahrungsmittel der Menschen eintheilen in zwei Klassen: in stickstoffhaltige und in stickstofffreie. Die erstern besitzen die Fähigkeit, in Blut überzugehen, den andern geht diese Eigenschaft ab. Aus den Nahrungsmitteln, welche sich zur Blutbildung eignen, entstehen die Bestandtheile der Organe, die andern dienen im normalen Zustande der Gesundheit zur Erhaltung des Respirationsprocesses, d. i. zur Hervorbringung der animalischen Wärme. Die stickstoffhaltigen bezeichnen wir als plastische Nahrungsmittel, die stickstofffreien nennen wir Respirationsmittel.

Plaſtiſche Nahrungsmittel ſind:

Pflanzenfibrin,
Pflanzenalbumin,
Pflanzencaſein,
Fleiſch und
Blut der Thiere.

Reſpirationsmittel ſind:

Fett,
Amylon,
Gummi,
die Zuckerarten,
Pectin,
Baſſorin ꝛc.,
Wein,
Bier,
Branntwein.

Als eine ganz allgemeine Thatſache, welcher bis jetzt keine einzige Erfahrung entgegenſteht, haben die Unterſuchungen ergeben, daß alle ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Pflanzen eine mit den Hauptbeſtandtheilen des Blutes gleiche Zuſammenſetzung beſitzen. Kein ſtickſtoffhaltiger Körper, deſſen Zuſammenſetzung abweicht von der des Fibrins, Albumins und Caſeins, iſt vermögend, den Lebensproceß im Thier zu unterhalten. Der Thierorganismus beſitzt unſtreitig die Kraft, aus den Beſtandtheilen ſeines Blutes die Subſtanz ſeiner Membrane

und Zellen, der Nerven und des Gehirns, die organischen Bestandtheile der Rippen, Knorpeln und Knochen zu erzeugen; allein sein Blut selbst muß ihm, bis auf die Form, fertig gebildet dargeboten werden, und wenn dies nicht geschieht, so ist damit der Blutbildung und dem Leben eine Gränze gesetzt. Der große Streit über die Ernährungsfähigkeit der thierischen Gallerte (Knochenfuppen), welcher vor der französischen Akademie seit Jahren geführt worden ist, löst sich jetzt auf eine sehr einfache Weise: es ist nun leicht erklärlich, woher es kommt, daß die leimgebenden Gebilde, die Gallerte der Knochen und Häute, zur Ernährung und zur Unterhaltung des Lebensprocesses sich nicht eignen, denn ihre Zusammensetzung ist ungleich der des Fibrins und Albumins im Blute. Dies will natürlich nichts anders sagen, als daß die Organe in dem Thierkörper, welche die Blutbildung vermitteln, die Kraft nicht besitzen, um eine Metamorphose in der Anordnung der Elemente der Gallerte (leim- und chondringebenden Gebilde) zu bewirken. Die Fähigkeit, die Gallerte zu zerlegen und gewisse Bestandtheile derselben austreten zu machen, in der Weise, daß sie wieder zu Albumin und Fibrin werden könnten, besitzt in der That der Organismus nicht; denn besäße er sie, so ließe sich nicht begreifen, woher es kommt, daß in dem Körper der Verhungernden, während alle der Auflösung fähigen Theile schwinden, keine Zelle, keine

Sehne oder Membrane ihre Form und Beschaffenheit verliert. Alle Glieder des Körpers behalten ihren Zusammenhang, welchen sie den leimgebenden Gebilden verdanken.

Auf der andern Seite sehen wir, daß von einem Knochen, den ein Hund verschluckt hat, nur die Knochenerde wieder abgeht, daß die Gallerte in seinem Körper völlig verschwunden ist; die nämliche Beobachtung machen wir an Menschen, die als Nahrungsmittel verhältnißmäßig mehr Gallerte (in Fleischbrühe) als andere Stoffe genießen, daß sie weder in dem Urin, noch in den Fäces austritt, sie hat also offenbar eine Veränderung erlitten und in dem Körper zu gewissen Zwecken gedient. Ohne selbst die Versuche zu sehen, ist es schwer, sich eine Vorstellung zu machen, mit welcher Kraft die Gallerte der Zersetzung durch Einwirkung der mächtigsten Agentien widersteht; nichts kann dessenungeachtet gewisser sein, als daß sie in einer andern Form aus dem Körper wieder austritt, als die ist, in welcher sie genossen worden ist.

Für den Uebergang des Albumins in Blut, zu einem Bestandtheil eines fibrinhaltigen Organs, läßt sich in der gleichen Zusammensetzung beider kein Widerspruch entnehmen. Wir finden im Gegentheil die Verwandlung eines löslichen und gelösten Stoffes, des Albumins z. B. in einem nicht löslichen Träger der Lebensthätigkeit, in Fibrin, in Muskelfaser, begreiflich und in chemischer Be-

ziehung erklärt, eben weil sie in ihrer Zusammensetzung identisch sind. So ist denn die Meinung einer näheren Begründung nicht unwürdig, daß die in Auflösung genossene Gallerte in dem Organismus wieder zur Zelle und zu Membranen, zu einem Bestandtheil der Knochen wird; daß sie dazu dienen kann, um die leimgebenden Gebilde, welche eine Veränderung erlitten haben, zu erneuern und ihre Masse zu vermehren. Und wenn die Kraft der Reproduction im ganzen Körper sich mit dem Zustand der Gesundheit ändert, so muß, wenn auch die Fähigkeit der Blutbildung die nämliche bliebe, die organische Kraft, durch welche die Bestandtheile des Bluts zu Membranen und Zellen werden, im Zustand der Krankheit nothwendig abgenommen haben; die Intensität der Lebenskraft, ihre Fähigkeit, Metamorphosen überhaupt zu bewirken, nimmt im Kranken, in seinem Magen sowohl, wie in allen Theilen seines Körpers ab. In diesem Zustande zeigt die praktische Medicin, daß die löslich gemachten leimgebenden Gebilde einen ganz entschiedenen Einfluß auf den Zustand des kranken Körpers äußern; in einer Form dargeboten, in der sie sich zur Assimilation eignen (als Fleischbrühe, Knochensuppe ꝛc.), dienen sie zur Ersparung von Kraft, ähnlich wie es für den Magen durch zweckmäßig zubereitete Speise geschieht. Die Knochenbrüchigkeit bei den grasfressenden Thieren ist offenbar die Folge einer Schwäche in denjenigen Thei-

len des Organismus, welche bestimmt sind, die Metamorphosen der Blutbestandtheile in Zellensubstanz zu bewirken, und wenn die Angaben von Aerzten, die sich im Orient aufgehalten haben, Vertrauen verdienen, so haben die türkischen Weiber in der Reisnahrung und in den häufigen Klystieren von Fleischbrühe die Bedingungen vereinigt zur Zellen- und Fettbildung.

Zweiundzwanzigster Brief.

Jedermann weiß, daß in dem begränzten, wiewohl ungeheuern Raume des Meeres ganze Welten von Pflanzen und Thieren auf einander folgen, daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe nach dem Tode des Thieres die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsproceß der daran so reichen im Wasser gelösten Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum Procente, die atmosphärische nur 21 Procent Sauerstoff) entziehen, wird in dem Lebensproceß der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf ſtattfindet, der nicht in ſeiner Dauer, wohl aber in ſeinem Umfang begränzt iſt, durch die in dem begränzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wiſſen, daß bei den Seegewächſen von einer Zufuhr an Nahrung, von Humus, durch die Wurzel nicht die Rede ſein kann. Welche Nahrung kann in der That die fauſtdicke Wurzel des Rieſentangs aus einem nackten Felsſtück ziehen, an deſſen Oberfläche man nicht die kleinſte Veränderung wahrnimmt — eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von der ein Exemplar mit ſeinen Blättern und Zweigen Tauſende von Seethieren ernährt. Dieſe Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befeſtigung, eines Haltpunktes, was den Wechſel des Ortes hindert, oder eines Gegengewichts, wodurch ihr geringeres ſpecifiſches Gewicht ausgeglichen wird; ſie leben in einem Medium, das allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwaſſer enthält ja nicht allein Kohlenſäure und Ammoniak, ſondern auch die phosphorſauren und kohlenſauren Alkalien und Erdſalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwicklung bedarf, und die wir als nie fehlende Beſtandtheile in ihrer Aſche finden. Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das

Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht wie die Seepflanze in einem Medium, das alle ihre Elemente enthält und jeden Theil ihrer Organe umgibt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine (der Boden) die Bestandtheile enthält, die in dem andern (der Atmosphäre) fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nehmen, in Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als wesentlich und nothwendig betrachtete? Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts. Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme an Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst mit der Zufuhr an gewissen Stoffen, ursprünglich Bestandtheilen der nämlichen Bodenoberfläche, die von der Pflanze daraus aufgenommen worden waren; die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensproceß der Thiere, oder nach ihrem

Tode, die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbestandtheile besessen. Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält und keinen ersetzt; wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann man nach so vielen, so schlagenden Beweisen über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalkes, den kleinsten Zweifel über die Principien hegen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaues auf etwas anderem als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts? Ist es denkbar, daß ein reiches, fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieses Land der nämliche Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann?

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuren Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in den Sitten und Gewohnheiten des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von flüssigen und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden. Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (des phosphorsauren Kalkes) von dem Continent den Ertrag derselben wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte! Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstab fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen soviel Phosphorsäure wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den Eigenschaften der Materie gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickeln. Man sah

in den Kryſtallen und ihren Veräſtelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze, und alle Beſtrebungen gingen dahin, den Samen und die zu ſeiner Entwicklung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzenſamen ſcheinbar etwas zu geben, ſah man ihn ja zu einem Halm, zu einem Stamm ſich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug; hatte man den Metallſamen, ſo durfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Dieſe Vorſtellungen konnte nur eine Zeit gebären, in der man von der Atmoſphäre ſo gut wie nichts wußte, wo man von dem Antheil, den die Erde, den die Luft an den Lebensproceſſen in der Pflanze und den Thieren nimmt, keine Ahnung hatte. Die heutige Chemie ſtellt die Elemente des Waſſers dar, ſie ſetzt dieſes Waſſer mit allen ſeinen Eigenſchaften aus dieſen Elementen zuſammen, aber ſie kann dieſe Elemente nicht ſchaffen, ſie kann ſie nur aus dem Waſſer gewinnen. Das neugebildete künſtliche Waſſer iſt früher Waſſer geweſen. Viele unſerer Landwirthe gleichen den alten Alchemiſten: wie dieſe dem Stein der Weiſen, ſo ſtreben ſie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die einheimiſch gewordenen Pflanzen iſt, hundertfältig tragen ſoll!

Die ſeit Jahrhunderten, ſeit Jahrtauſenden gemachten Erfahrungen ſind nicht im Stande, ſie vor immer neuen Täuſchungen zu bewahren, die Kraft des Wider-

standes gegen solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir, daß noch andere Hauptbedingungen von der Erde geliefert werden müssen, wenn die Pflanze das Vermögen sich zu vervielfältigen erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe der Pflanzen ist begränzt, allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Luft und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begränzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungsstoff nicht fehlen kann: er fehlt auch unsern Culturpflanzen nicht. Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwicklung nöthigen atmosphärischen Nahrungsstoffen zugeführt, die

Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon, wie die Luft in den kalten Zonen; und dennoch, wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein!

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr, sie enthalten, verglichen mit unsern Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile. Die Knollen der einem hohen Strauch gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die für ihre Erzeugung der Boden liefern muß, wird sich vielleicht Amylon, Zucker, Holz, aber es werden sich diese Blutbestandtheile nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in

einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwicklung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse; sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthum nur sehr geringe Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwicklung nothwendigen Mineralsubstanzen. Um ein Maximum an Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen und dieser Ueberschuß von Nahrung, welchen die Blätter sich aus der Luft nicht aneignen können, muß den ihnen correspondirenden Organen, die sich im Boden befinden, zugeführt werden. Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure allein nicht hin, um zu einem Bestandtheil der Pflanze, um zu einem Nahrungsstoff für das Thier zu werden;

ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne phosphorsaure und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können; die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in so großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß er unsern Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter! Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück: sie verlieren, verglichen mit andern Gewächsen, nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen, die sie während ihres kaum stillstehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Ernte Weizen bei gleichem Gewicht in drei Monaten von dem Boden empfängt!

Wenn es im Sommer an Feuchtigkeit fehlt, durch deren Vermittlung die Pflanze die ihr nöthigen Alkalien

und Salze vom Boden erhält, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungsstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien. Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens die sich zuerst und vollkommen entwickelt hatten, ohne eine sichtbare auf sie einwirkende schädliche Ursache ihre Lebensfähigkeit verlieren, sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen, und nur in seltenen Fällen an Pflanzen, welche lange und tiefe Wurzeln treiben; sie zeigt sich nur im Herbst und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelt vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche zu Bestandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen; aber dieser Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbestandtheile nicht stattfinden. Ist der Boden feucht, so werden sie unausgesetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe; ist aber bei trockenem Wetter diese Zufuhr aus Mangel an Wasser abgeschnitten, so findet in der Pflanze selbst eine Theilung statt. Die mineralischen Bestandtheile des Saftes der schon ausge-

bildeten Blätter werden denſelben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwicklung des Samens findet ſich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Die abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knoſpen und Triebe außerordentlich reich daran ſind.

Wir ſehen auf der andern Seite, daß in einem mit Salzen zu reichlich verſehenen Boden durch einen Ueberfluß an löslichen Mineralbeſtandtheilen, bei vielen, vorzüglich Küchengewächſen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgeſondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruſte bedecken; in Folge dieſer Ausſchwitzungen kränkeln die Pflanzen, ihre organiſche Thätigkeit nimmt ab, ihr Wachsthum wird geſtört, und wenn dieſer Zuſtand längere Zeit dauert, ſo ſtirbt die Pflanze ab. Dieſe Beobachtung macht man namentlich an blattreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche beträchtliche Menge von Waſſer ausdunſten.

Bei Rüben, Kürbiſſen, Erbſen tritt dieſe Krankheit mehrentheils ein, wenn der Boden nach anhaltend trockenem Wetter, zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo ſie aber noch nicht vollendet iſt, durch heftige, aber kurzdauernde Regengüſſe durchnäßt wird, und wenn auf dieſe wieder trockenes Wetter erfolgt. Durch die eintretende ſtärkere Verdunſtung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgeſaugten Waſſer eine weit grö-

fiere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloreſciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösungen begossen hätte, von einem größern Salzgehalt, als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit immer die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt oder ist sie in ihrer Entwicklung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die andere schädlich einwirkten, dazu bei, ihre eigene Entwicklung zu befördern.

Dreiundzwanzigſter Brief.

In einigen der vorhergehenden Briefe habe ich es verſucht, Ihnen meine Anſichten über die verſchiedenen Nahrungsmittel und über die Zwecke vorzuführen, welche ſie in dem thieriſchen Organismus zu erfüllen haben — in meinem heutigen Briefe will ich einen Gegenſtand berühren von gleichem Intereſſe, von gleicher Wichtigkeit, die Mittel nämlich, auf einer gegebenen Fläche Landes ein Maximum dieſer Nahrungsmittel für Thiere und Menſchen zu erzielen.

Die Landwirthſchaft iſt eine Kunſt und eine Wiſſenſchaft. Die wiſſenſchaftliche Grundlage derſelben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Urſprungs ihrer Elemente und die Quellen ihrer Nahrung. Aus dieſer Kenntniß entwickeln ſich beſtimmte Regeln für die Ausübung der Kunſt, Grundſätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechaniſchen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen

der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen. Keine in der Ausübung der Kunst gemachte Erfahrung kann in Widerspruch stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese aus allen Beobachtungen zusammengenommen, abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind. Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, weil sie nichts anderes ist, als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in sieben, ein anderes in zwanzig, ein anderes erst in hundert Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Erbsen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes gibt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee. Was ist der Grund, daß der Acker nach und nach für eine und dieselbe Pflanze seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt? Diese Fragen stellt die Wissenschaft.

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? Um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen? Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst; sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges, wis-

senschaftliches Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingibt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannichfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt häufig für den nächsten Nachbar schon fehl; sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein. Welche Masse von Capital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt: er setzt uns nicht der Gefahr des Mißlingens aus, und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns. Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst. Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der gnognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, in der Grauwacke, in dem Porphyr, Sandstein, Kalk eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß,

so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise, denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden; sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben. Die Empirie schreibt allen Erfolg der Kunst den mechanischen Operationen des Feldbaues zu; sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Capitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen Zauber Fruchtbarkeit ertheilt? Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht ge-

löst; gewiß ist es beim sorgfältigen Pflügen nur die weit getriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel, die Vergrößerung und Erneuerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird, aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zweck.

Unter den Wirkungen der Zeit (im Besonderen in der Landwirthschaft dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes) begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit des Regenwassers, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten oder ihrer Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen, und dann in Folge ihrer Auflösung sich von dem nicht Löslichen trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt. Durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens durch die Pflanzen assimilirbar, und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen

Generation von Pflanzen die ihr nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit der Aufschließung eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche; je mehr Punkte wir in der gegebenen Zeit dem einwirkenden Körper darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, verfährt der Chemiker wie der Landwirth mit seinem Acker; er muß sich der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den gröbern Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in der Vorbereitung minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die chemische Thätigkeit der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Weise beschreibt, in einem großen Maßstab beobachten. Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste

Pulver verwandelt und die leichtern Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Waſſerſtrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe ſich wieder abſetzt. Wenn der Teich ſich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen ſich ſelbſt, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlaſſen. Nach der Natur des Waſchproceſſes, dem es unterworfen worden war, kann dieſes feinzertheilte Geſtein keinen löslichen Beſtandtheil mehr enthalten; die löslichen ſind ja beim Schlämmen durch den Waſſerſtrom hinweggeführt worden. Mit dem Waſſer bedeckt, alſo beim Abſchluß der Luft, auf dem Boden des Teiches erlitt der Schlamm keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgeſetzt, ſtellt ſich eine mächtige chemiſche Action in ſeiner ganzen Maſſe ein, die ſich durch Auswitterung reichlicher Salzefflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen gibt. Nach einer zwei- bis dreijährigen Ausſetzung wird der Schlämmproceß mit dieſem bartgewordenen Schlamm wiederholt, und ſo ſechs- bis ſiebenmal, wo man ſtets, wiewohl in abnehmendem Verhältniß, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemiſchen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausſcheidbar wurden. Es iſt dies die nämliche chemiſche Action, die in

der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath von löslichen Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Vierundzwanzigſter Brief.

Der Inhalt meines letzten Briefes dürfte Ihnen einige Aufklärung verſchafft haben über die allgemeinen Principien, auf welchen die Kunſt des Ackerbaues beruht; es bleibt mir jetzt noch übrig, Ihre Aufmerkſamkeit auf einige beſondere Verhältniſſe zu lenken, welche mir vorzugsweiſe geeignet erſcheinen, auf eine überzeugende Weiſe darzuthun, wie innig der Zuſammenhang zwiſchen Agricultur und Chemie, wie unmöglich es iſt, in dieſer wichtigſten aller Künſte Fortſchritte zu machen, ohne mit den Principien der Chemie vertraut zu ſein.

Alle Culturpflanzen bedürfen der Alkalien, der alkaliſchen Erden, eine jede in einem gewiſſen Verhältniß; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieſelſäure in löslichem Zuſtande mangelt. Die in der Natur vorkommenden Silicate unterſcheiden ſich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den

ungleichen Widerſtand, den ihre Beſtandtheile der auflöſenden Kraft der atmoſphäriſchen Agentien entgegenſetzen, ſehr weſentlich von einander. Der Granit von Corſica zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergſtraße ſeinen Glanz noch nicht verliert.

Es gibt Bodenarten, die an leicht verwitterbaren Silicaten ſo reich ſind, daß in einem oder von zwei zu zwei Jahren ſo viel kieſelſaures Kali löslich und aſſimilirbar wird, als die Halme und Blätter einer ganzen Ernte Weizen bedürfen. In Ungarn ſind große Strecken Landes nicht ſelten, wo ſeit Menſchengedenken auf einem und demſelben Felde Weizen und Tabak abwechſelnd gebaut werden, ohne daß dieſes Land jemals etwas von den Mineralbeſtandtheilen zurückempfing, die mit dem Stroh und Korn hinweggenommen wurden. Es gibt Felder, in denen erſt nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantität kieſelſaures Kali zur Aufſchließung gelangt.

Brache heißt nun im weiteſten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden, dem Einfluß der Witterung überlaſſen, an gewiſſen löslichen Beſtandtheilen ſich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht ſich das Brachliegen ſtets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen; für dieſe iſt ein Magazin von löslicher Kieſelerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen

Felde Kartoffeln oder Rüben bauen, welche kein Theilchen der aufgeschloſſenen Kieſelerde entführen, ſo muß es für die darauf folgende Weizenpflanze ſeine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergibt ſich, daß die mechaniſche Bearbeitung des Feldes das einfachſte und wohlfeilſte Mittel iſt, um die im Boden enthaltenen Nahrungsſtoffe den Pflanzen zugänglich zu machen. Gibt es nun, kann man fragen, außer den mechaniſchen nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuſchließen und die Aufnahme ſeiner Beſtandtheile in den Organismus der Pflanzen vorzubereiten? Dieſe Mittel gibt es allerdings, und unter ihnen iſt vorzüglich der gebrannte Kalk in England ſeit einem Jahrhundert in einem großen Maßſtab im Gebrauch; es würde ſehr ſchwer ſein, ein einfacheres und dem Zweck entſprechenderes aufzufinden. Um aber eine richtige Anſicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, iſt es nöthig, ſich an die Proceſſe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuſchließen, ſeine Beſtandtheile in den auflöslichen Zuſtand zu verſetzen.

Der auf's feinſte gepulverte Feldſpath z. B. bedarf für ſich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulöſen; miſchen wir ihn aber mit Kalk und ſetzen ihn einer mäßig ſtarken Glüh-

hitze aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil des im Feldspath gebundenen Alkali's (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die andern Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird so viel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht.

Aehnlich nun wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerde-Silicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mischungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie monatelang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm vor der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden; sie haben nicht

allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kalke geführt, sondern, was für weit wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ätzenden gelöschten Kalks auf die Ackerkrume erklärt und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Oxfordshire das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den dortigen steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben; allein es tritt ganz das Gegentheil ein, die Fruchtbarkeit des Bodens findet sich durch den Kalk gesteigert. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird ihre Entwicklung befördert, allein nothwendig ist sie

nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, im Fall sie ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure. Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in der Mineralanalyse an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpfer[illegible]erd, Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Natur vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure stundenlang kochen, ohne daß sich etwas bemerklich davon auflöst; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber schwach gebrannt, so löst er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieselerde wird als Kieselgallerte im löslichen Zustand abgeschieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten

Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwicklung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustand der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thon, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Calcination*).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in feuchten Gegenden an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern schon nach wenigen Tagen Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so

*) Schreiber dieses sah in Hardwik Court bei Glocester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustand der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Die Operation war bis zu einer Tiefe von drei Fuß vorgenommen worden — ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche, wie die Thore der Festung Lille, schon Jahrhunderte lang stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen. Auffallend ist der Einfluß des Kalks auf diese Salzauswitterungen: sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonsilicates, des Löslichwerdens der kieselsauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es gibt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andere Bodenarten übertrifft. Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Mineralien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind; hierher gehören bekanntlich die Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder, mit Kalkbrei gemischt, nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechanischen Operationen des Feldbaues, die Anwendung des Kalks und das Brennen des Thons vereinigen sich, wie man sieht, zur Erläuterung eines und desselben wissenschaftlichen Princips, es sind Mittel, um die Verwitterung der alkalischen Thonsilicate zu beschleunigen, um die Pflanzen beim Beginn einer neuen Vegetation mit gewissen ihnen unentbehrlichen Nahrungsstoffen zu versehen.

Fünfundzwanzigster Brief.

Nachdem ich im Vorhergehenden meine Ansichten ausgesprochen habe über die Bodenverbesserung durch mechanische Bearbeitung und durch Zufuhr von Mineralsubstanzen, bleiben mir jetzt noch einige Worte zu sagen über die Wirkungsweise der thierischen Excremente, des Düngers im engeren Sinne des Wortes.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkungsweise der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig, sich an den Ursprung derselben zu erinnern. Es ist Jedermann bekannt, daß bei Enthaltung von aller Speise das Gewicht des lebenden thierischen Körpers in jedem Zeitmoment abnimmt. Wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so wird die Gewichtsabnahme auch dem Auge in der Abmagerung sichtbar, das Fett, die Muskeln nehmen ab und verschwinden zuletzt, so daß bei Personen, welche den Hungertod sterben,

nur Häute, Sehnen und Knochen übrig bleiben. Aus dieſer Abmagerung im ſonſt geſunden Zuſtande geht hervor, daß in jedem Lebensmoment eines Thieres ein Theil der lebendigen Körperſubſtanz eine Veränderung erfährt, daß ſie die Form von lebloſen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Organe der Secretion, durch Haut, Lunge und Harnblaſe austreten. Dieſes Austreten der lebendigen Körpertheile ſteht in der innigſten Beziehung mit dem Reſpirationsproceß; man kann ſagen, daß es bedingt wird durch die Aufnahme von Sauerſtoff aus der Luft, der ſich mit gewiſſen Körpertheilen vereinigt. Mit jedem Athemzug wird dem Blut in der Lunge eine gewiſſe Menge Sauerſtoff zugeführt, der ſich mit den Beſtandtheilen des Blutes verbindet, allein trotz dem, daß das Gewicht des zugeführten Sauerſtoffes täglich auf dreizehn bis vierzehn Unzen ſteigen kann, wird das Gewicht des Körpers dadurch nicht vermehrt. Aller Sauerſtoff, der beim Einathmen dem Körper zugeführt wird, tritt bei dem Ausathmen vollſtändig wieder aus, und zwar in der Form von Kohlenſäure und Waſſer; durch jeden Athemzug wird der Kohlenſtoff- und Waſſerſtoffgehalt des Körpers vermindert. Bei der Abmagerung durch Hunger rührt die Gewichtsabnahme des Körpers aber nicht allein von dem Austreten des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs her, ſondern alle andern Subſtanzen, welche mit dieſen Elementen

vereinigt waren, werden ebenfalls abgeschieden. Der Stickstoff der lebendigen Gebilde, welche diese Veränderung erleiden, sammelt sich in der Harnblase an. Der Harn enthält eine an Stickstoff sehr reiche Verbindung, den Harnstoff, und neben diesem den Schwefel der Gebilde in der Form eines schwefelsauren Salzes; durch den Harn treten allmählich alle löslichen Salze des Blutes und aller thierischen Flüssigkeiten, das Kochsalz, die phosphorsauren Salze, Natron und Kali aus. Der Kohlenstoff und Wasserstoff des Blutes, der Muskelfasern und aller einer Veränderung fähigen Gebilde des Thierkörpers kehren in die Atmosphäre zurück, der Stickstoff sowie die löslichen anorganischen Bestandtheile werden in der Form von Harn der Erde zugeführt.

Wir haben in dem Obigen die Veränderungen betrachtet, welche in dem gesunden Thierkörper in jedem Lebensmoment vor sich gehen, wir wissen, daß ein Theil des Körpers im gesunden Zustande unauflöslich austritt, und es ist klar, wenn das ursprüngliche Gewicht wieder hergestellt werden soll, so müssen ihm Stoffe zugeführt werden, aus denen sich das Blut und die ausgetretene Körpersubstanz wieder erzeugen. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. In einem normalen Gesundheitszustand beobachtet man an dem Körper des erwachsenen Menschen, von vierundzwanzig zu vierundzwanzig Stunden, keine merkliche Gewichtszunahme oder Abnahme.

Im jugendlichen Alter nimmt das Gewicht allmählich zu, im Greisenalter nimmt es ab. Es ist klar, daß die Speisen den Abgang der ausgetretenen Körpertheile wieder ersetzt haben, daß durch sie dem erwachsenen Thiere genau so viel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und von den übrigen Elementen wieder zugeführt wird, als an diesen Stoffen durch Haut, Lunge und Harnblase ausgetreten ist. Im jugendlichen Alter ist die Zufuhr größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper, im Greisenalter ist sie kleiner, oder es tritt mehr aus wie ein. Es kann hiernach nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß wir in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere, bis auf eine gewisse Menge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche durch Haut und Lunge ausgetreten sind, alle andern Elemente ihrer Nahrung wieder bekommen.

Wir haben dem erwachsenen, dem jungen und alten Thierkörper in der Nahrung Stickstoff zugeführt, und wir bekommen täglich diesen Stickstoff wieder in der Form von Harnstoff, wir bekommen im Harn die ganze, in der Speise enthaltene Quantität der zugeführten Alkalien, alle löslichen phosphorsauren und schwefelsauren Salze wieder. In den festen Excrementen befinden sich eine Menge von Stoffen, welche in den Speisen enthalten, durch die Organe der Ernährung keine Veränderung erlitten, unverdauliche Materien, wie Holzfaser, Blatt-

grün, Wachs, die verändert oder unverändert wieder ausgestoßen werden. Der ganze Ernährungsproceß im Thiere, die Wiederherstellung der ausgetretenen Körpertheile oder ihre Zunahme an Masse geht, wie die Physiologie lehrt, von dem Blut aus. Der Verdauungsproceß hat die Verwandlung der Nahrung in Blut, die Aufnahme aller in der Speise enthaltenen, zur Blutbildung dienenden Substanzen zum Zweck, was sich ausdrücken läßt (da nur stickstoffhaltige Materien hiezu geeignet sind) als eine fortschreitende Entziehung von Stickstoff, welche die Nahrung bei ihrem Durchgang durch die Eingeweide erfährt. Es ist klar, daß die festen Excremente ihres Stickstoffes beraubt sein müssen, wenn sie der Körper ausstößt, sie können nicht mehr Stickstoff enthalten, als den Secretionen der Eingeweide zukommt, welche den Durchgang der Fäces vermitteln. Durch die Fäces wird ferner der in der Nahrung enthaltene und von dem Körper nicht verwendete phosphorsaure Kalk und Bitterde ausgeleert; es sind dies Salze, welche sich im Wasser, d. h. im Harne nicht lösen.

Ohne weitere Untersuchung wird man sich eine klare Vorstellung über die chemische Beschaffenheit der festen Excremente machen können, wenn wir die Fäces eines Hundes mit seiner Nahrung vergleichen. Wir geben dem Hunde Fleisch und Knochen, beide sind reich an stickstoffhaltigen Stoffen, und wir erhalten als letztes Resultat

der Verdauung ein völlig weißes mit Feuchtigkeit durchdrungenes Excrement, das in der Luft zu einem trockenen Pulver zerfällt und das neben dem phosphorsauren Kalk der Knochen kaum ein Procent einer fremden organischen Substanz enthält. In den flüssigen und festen Excrementen der Menschen und Thiere erhalten wir also allen Stickstoff, alle löslichen und unlöslichen anorganischen Bestandtheile der genossenen Nahrung, und da diese letztern von unsern Aeckern stammen, so haben wir folglich darin die Bestandtheile der Ackererde, die wir in der Form von Samen, Wurzeln und Kraut hinweggenommen haben.

Ein Theil der Ernte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt werden, ein anderer Theil wurde von den Menschen direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blut der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder

herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schaf, einem Ochsen, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Fäces des Menschen läßt sich ermitteln, wie viel davon wir hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten haben, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus andern Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleichzusetzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber

der Menſchen über und kehren täglich in die Form, die ſie urſprünglich beſaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verluſt, dem wir nach unſern Sitten nicht vorbeugen können, iſt der an phosphorſauren Salzen, welchen die Menſchen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheure Quantität von Nahrung, welche der Menſch in ſechzig Jahren zu ſich nimmt, ein jeder Beſtandtheil derſelben, der von unſeren Aeckern ſtammt, kann wieder gewonnen und wieder zugeführt werden. Wir wiſſen mit der größten Beſtimmtheit, daß nur in dem Leibe des jugendlichen oder des in der Zunahme begriffenen Thieres eine gewiſſe Quantität von phosphorſaurem Kalk in den Knochen, von phosphorſauren Alkalien in dem Blute zurückbleibt, daß wir bis auf dieſe verhältnißmäßig für jeden Tag äußerſt geringe Menge alle Salze mit alkaliſchen Baſen, allen phosphorſauren Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir alſo alle unorganiſchen Beſtandtheile der Nahrung in den feſten und flüſſigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyſe dieſer Excremente anzuſtellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können beſtimmen, von welcher Beſchaffenheit ſie ſind, welche Zuſammenſetzung ſie beſitzen. Wir geben einem Pferde täglich 1½ Pfund Hafer und 15 Pfund Heu, der Hafer gibt 4 Procent, das Heu 9 Procent Aſche, und wir be-

rechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganiſche Materien enthalten müſſen, die von unſerm Felde ſtammen. Die Analyſe der Haferaſche und der Aſche des Heues gibt uns genau in Procenten an, wie viel Kieſelerde, wie viel an Alkalien und phosphorſauren Salzen wir darin haben.

Man bemerkt leicht, daß die Beſchaffenheit der fixen Beſtandtheile in den Excrementen ſich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerſtenſtroh, ſo haben wir in ihren feſten Excrementen keine Kieſelerde, wir haben darin phosphorſauren Kalk und Bittererde, in den flüſſigen Excrementen haben wir kohlenſaures Kali und Natron, ſo wie Verbindungen dieſer Baſen mit anorganiſchen Säuren. Wir haben mit einem Wort in den flüſſigen Excrementen alle löslichen Beſtandtheile der Aſche der genoſſenen Speiſe, in den feſten Excrementen haben wir die im Waſſer nicht löslichen Theile dieſer Aſche. Hinterläßt das Futter oder die Speiſe nach dem Verbrennen eine Aſche, welche lösliche phosphorſaure Alkalien enthält (Brod, Mehl, Samen aller Art, Fleiſch), ſo bekommen wir von dem Thiere, von dem ſie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieſes phosphorſaure Alkali wiederfinden. Gibt die Aſche des Futters an Waſſer kein lösliches phosphorſaures Kali ab (Heu, Rüben, Kartoffeln), ſind darin nur unauflösliche phosphorſaure Erden

enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Fäces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn grasfressender Thiere ist frei von diesem Salz.

Die Analyse der Excremente der Menschen, der fischfressenden Vögel, des Guano, so wie der Excremente des Pferdes und der Kuh geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß. Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf unsere Aecker die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwicklung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder zurückbringen, daß wir damit dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Ernte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen

und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben, und erhalten einen Dünger, der alle Bodenbestandtheile der Grasypflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen: der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge.

Sechsundzwanzigster Brief.

Sie sind nunmehr hinlänglich vertraut mit meinen Ansichten über die Anwendung und die Wirkungsweise der verschiedenen Düngerarten — mit der größten Leichtigkeit werden Sie jetzt die folgenden Andeutungen verstehen, welche ich Ihnen noch hinsichtlich der Quellen schuldig bin, aus denen die Pflanzenwelt ihren Kohlenstoff und ihren Stickstoff schöpft.

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesencultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchen die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt, wie die Kohlen-

stoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen Fläche Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unsern Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergang in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unsern Aeckern vereinigt vorfinden.

Mit aller Zufuhr an Nahrungsstoff ist ein Boden für die meisten Pflanzen völlig unfruchtbar, wenn in ihm z. B. in gewissen Jahreszeiten das Wasser fehlt. Der Regen befruchtet unsere Felder; der Same keimt und entwickelt sich nicht, ohne eine gewisse Menge von Feuchtigkeit.

Die Wirkung des Regens ist für die oberflächliche Beobachtung weit wunderbarer und überraschender, wie die des Düngers; auf Wochen und Monate hinaus ist sein Einfluß auf den Ertrag eines Feldes bemerkbar, und doch werden durch den Regen nur höchst geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen zugeführt.

Das Wasser nimmt zweifellos durch seine Elemente einen bestimmten Antheil an der Entwicklung der Pflanze, allein es ist zu gleicher Zeit das vermittelnde Glied alles organischen Lebens.

Die Pflanze empfängt durch Vermittlung des Waſſers aus dem Boden die zur Bildung ihrer Organe nothwendigen Alkalien, alkaliſche Erden und phosphorſauren Salze. Fehlt es an dieſen zum Uebergang der atmoſphäriſchen Nahrungsſtoffe in den Organismus der Pflanze nothwendigen telluriſchen Bedingungen, ſo bleibt ihr Wachsthum zurück, ihre Ausbildung in der trockenen Jahreszeit ſteht in geradem Verhältniß zu der Menge dieſer, in der Zeit der erſten Entwicklung aus dem Boden aufgenommenen Beſtandtheile. Auf einem an mineraliſchen Nahrungsſtoffen armen Boden gedeihen auch bei einer reichlichen Zufuhr von Waſſer unſere Culturpflanzen nicht.

Der Ertrag einer Wieſe oder der gleichen Fläche Wald an Kohlenſtoff iſt unabhängig von einer Zufuhr von kohlenſtoffreichem Dünger, er iſt abhängig von dem Vorhandenſein gewiſſer Bodenbeſtandtheile, welche keinen Kohlenſtoff enthalten, ſo wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derſelben in die Pflanzen vermitteln.

Wir ſind nun im Stande, den Ertrag unſeres Culturlandes an Kohlenſtoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Aſche und Mergel zu erhöhen, durch Materien alſo, welche den Pflanzen keinen Kohlenſtoff abgeben können, und es iſt nach dieſen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in dieſen Mate-

rien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf wachsenden Pflanzen ein Vermögen geben, was sie vorher nur in einem geringeren Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geläugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlensäure oder an Humus; denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche diesen Wiesen und dem Wald den Kohlenstoff lieferte, steht auch unsern Culturgewächsen offen, es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlensäure, in die Pflanzen unserer Felder übergehen zu machen. In den mineralischen Nahrungsstoffen gibt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr von Kohlensäure oder von verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit be-

ſchränkt durch die Quantität von Kohlenſäure, welche mit den Organen der Auffaugung in Berührung kommt.

Der Uebergang der Kohlenſäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter ſtatt. Die Auffaugung der Kohlenſäure kann nicht vor ſich gehen ohne Berührung der Kohlenſäuretheilchen mit der Oberfläche der Blätter oder des Pflanzentheils, der ſie aufnimmt.

In einer gegebenen Zeit ſteht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlenſäure in geradem Verhältniß zu der Blattoberfläche und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlenſäurequantum.

Zwei Pflanzen derſelben Art von gleicher Blattoberfläche (Auffaugungsfläche) nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieſelbe Menge Kohlenſtoff auf.

In einer Luft, welche doppelt ſo viel Kohlenſäure enthält, nimmt unter denſelben Bedingungen eine Pflanze doppelt ſo viel Kohlenſtoff auf *).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb ſo groß iſt wie die einer andern, wird in derſelben Zeit eben ſo

*) Bouſſingault ſah, daß Traubenblätter, die in einem Glasballon eingeſchloſſen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlenſäure vollſtändig entzogen, ſo groß auch die Geſchwindigkeit des Luftſtroms ſein mochte, welcher durchzog. Dumas leçon, Seite 23.

viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt so viel Kohlensäure zuführen.

Hieraus ergibt sich die für die Culturpflanze so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, an Kohlenstoff nur im Verhältniß zu ihrer auffaugenden Oberfläche zunehmen, und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal so viel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird (die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt) ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal so viel Blätter, Knospen, Halme ꝛc. bilden, und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Auffaugungsvermögen von neuem Nahrungsstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunkt hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr von Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle in dem Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blät-

ter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältnisse zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen Wurzelfasern ersetzen gleich eben so vielen Pumpwerken das verdunstete Wasser, und so lange der Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, werden der Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile, in dem Wasser gelöst, zugeführt. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser, wie aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittlung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei gleichem, der Masse proportionalem Wassergehalt empfängt eine Pflanze mit doppelter Blattoberfläche auf dem nämlichen Boden eine im Verhältniß zu diesem Wassergehalte größere Menge an Bodenbestandtheilen, als wie eine Pflanze mit einfacher Oberfläche.

Während die Entwicklung der letztern, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der andern fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen enthält. In beiden wird sich nur eine den vorhandenen mineralischen Samen-

beſtandtheilen entſprechende Anzahl oder Maſſe von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorſaure Alkalien und Erdſalze enthält, entſtehen mehr Samen, wie in der andern, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So ſehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr von Bodenbeſtandtheilen durch Mangel an Waſſer abgeſchnitten iſt, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, ſo wie die Entwicklung der Samen in geradem Verhältniß ſteht zu der Menge der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums aufgenommenen Bodenbeſtandtheile.

Auf einem und demſelben Felde ernten wir in verſchiedenen Jahren ein ſehr ungleiches Verhältniß an Korn und Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derſelben chemiſchen Zuſammenſetzung iſt in dem einen Jahr der Rohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenſtoff) ernten wir in dem einen Jahr doppelt ſo viel Korn wie in dem andern.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt ſo viel Korn, ſo haben wir eine entſprechende Menge Bodenbeſtandtheile mehr in dieſem Korn; ernten wir doppelt ſo viel Stroh, ſo haben wir doppelt ſo viel Bodenbeſtandtheile in dieſem Stroh.

In dem einen Jahr wird der Waizen drei Fuß hoch und liefert vom Morgen zwölfhundert Pfund Samen,

in dem nächſten Jahr wird er vier Fuß hoch und liefert nur achthundert Pfund Samen.

Der ungleiche Ertrag entſpricht unter allen Umſtänden dem ungleichen Verhältniß der für die Bildung des Korns und Strohes aufgenommenen Bodenbeſtandtheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorſauren Salze ſo gut wie das Korn, nur in einem kleineren Verhältniß. Wenn in einem naſſen Frühling die Zufuhr derſelben nicht in gleichem Verhältniß ſtattfindet wie die der Alkalien, der Kieſelſäure und der ſchwefelſauren Salze, wenn das Verhältniß der letzteren größer iſt, wie das der phosphorſauren Salze, ſo nimmt der Kohlenſtoffertrag zu, und eine weit größere Menge von phosphorſauren Salzen wird zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet; ohne einen Ueberſchuß der phosphorſauren Salze bildet ſich der Same nicht aus. Ja wir können durch den bloßen Ausſchluß dieſer Salze den Fall künſtlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von drei Fuß erreicht, wo ſie zum Blühen kommt, ohne überhaupt Samen zu tragen. Auf einem an Strohbeſtandtheilen reichen Felde (auf fettem Boden) ernten wir nach einem naſſen Frühling verhältnißmäßig weniger Korn, wie auf einem daran armen (auf magerem Boden), eben weil auf letzterem die Zufuhr der mineraliſchen Nahrungsſtoffe in der Zeit größer iſt, und in ein richtigeres Verhältniß zur Entwicklung aller Beſtandtheile der Pflanze ſich ſtellt.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwicklung der Pflanze, in einem Gewinn an Zeit, in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten.

Das Moment der Zeit muß bei der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse finden auf unsern Aeckern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalt an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen entsprechende Menge von verwesenden Pflanzenstoffen und damit Kohlensäure genug zu ihrer beschleunigten Entwicklung im Frühling vor; eine jede weitere Zufuhr von Kohlensäure ohne eine entsprechende Vermehrung der in die Pflanze übergehenden Bodenbestandtheile würde ohne allen Nutzen sein.

Auf einem Morgen guten Wiesenlandes gewinnen wir durchschnittlich nach der Angabe der zuverlässigsten

Landwirthe 2500 Pfund Heu. Die Wiesen liefern dieſen Ertrag ohne alle Zufuhr von organiſchen Stoffen, ohne kohlenſtoff- oder ſtickſtoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wäſſerung, Anwendung von Aſche und Gyps kann derſelbe bis zum doppelten geſteigert werden; nehmen wir aber an, dieſe 2500 Pfund Heu ſeien das Maximum, ſo iſt gewiß, daß aller Kohlenſtoff und Stickſtoff dieſer Wieſen von der Atmoſphäre ſtammt.

Nach den Angaben Bouſſingault's enthält das bei hundert Grad getrocknete Heu 45,8 Procent Kohlenſtoff und 1,5 Procent Stickſtoff; das lufttrockene Heu enthält ferner 14 Procent Waſſer, welche bei hundert Grad entweichen.

2500 Pfund lufttrockenes Heu entſprechen demnach 2150 Pfund bei hundert Grad getrocknetem Heu. Mit 984 Pfund Kohlenſtoff, die in dieſen 2150 Pfund Heu enthalten ſind, hat man mithin auf dem Morgen Wieſe geerntet 32,3 Pfund Stickſtoff.

Wenn wir annehmen, daß dieſer Stickſtoff in der Form von Ammoniak in die Pflanze aufgenommen wurde, ſo iſt klar, daß im geringſten Falle für je 3640 Pfund Kohlenſäure (zu 27 Proc. Kohlenſtoff) die Luft 39,1 Pfund Ammoniak (82 Proc. Stickſtoff) enthält, oder auf 1000 Pfund Kohlenſäure enthält die Luft $10^{7}/_{10}$ Pfund Ammoniak; dies iſt etwa ein Hunderttauſendtheil von dem Gewicht der Luft oder ein Sechszigtauſendtheil von ihrem Volumen.

Für je hundert Theile Kohlensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbirt wurden, empfingen die Wiesenpflanzen aus der Luft etwas mehr als einen Theil Ammoniak.

Wenn wir aus den bekannten Analysen berechnen, wieviel Stickstoff wir in den verschiedenen Culturpflanzen von gleichen Flächen Land gewinnen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Für je tausend Pfund Kohlenstoff ernten wir

auf einer Wiese . . . $32^1/_{10}$ Pf. Stickstoff,

auf dem Culturlande:

in Weizen	. . . 21,5	„	„
„ Hafer	 22,3	„	„
„ Roggen	. . . 15,2	„	„
„ Kartoffeln	. . 34,1	„	„
„ Runkelrüben	. . 39,1	„	„
„ Klee	 44	„	„
„ Erbsen	. . . 62	„	„

Auf seinem Gute in Bechelbronn im Elsaß erntete Bouſſingault in fünf Jahren, in der Form von Kartoffeln, Weizen, Klee, weißen Rüben, Hafer, 8383 Pfund Kohlenstoff und 250,7 Pfund Stickstoff, in den darauf folgenden fünf Jahren, in der Form von Runkelrüben, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Hafer, Roggen, 8192 Pfund Kohlenstoff und 284,2 Stickstoff, in einem dritten Umlauf von sechs Jahren (Kartoffeln, Weizen,

Klee, Weizen, Stoppelrüben, Erbsen, Roggen) 10919 Pfund Kohlenstoff und 353,6 Pfund Stickstoff; in den sechszehn Jahren 27121 Pfund Kohlenstoff und 838,5 Pfund Stickstoff, oder in Summe auf 1000 Kohlenstoff 31,3 Stickstoff.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich einige für die Agricultur in hohem Grade wichtige Folgerungen:

Erstens beobachten wir, daß das relative Verhältniß des aufgesaugten Stickstoffs zum Kohlenstoff in einer bestimmten Beziehung zur Blattoberfläche steht. Diejenigen Gewächse, in denen sich, man kann sagen, aller Stickstoff concentrirt, wie in den Getreidepflanzen, enthalten im Ganzen weniger Stickstoff als die Leguminosen, die Erbsen und der Klee.

Zweitens ist der Ertrag an Stickstoff auf einer Wiese, welche keinen stickstoffhaltigen Dünger empfängt, weit größer, als der eines Weizenfeldes, welches gedüngt wurde.

Drittens ist der Ertrag an Stickstoff im Klee und in Erbsen weit größer, als der eines Kartoffel- und Rübenfeldes, welche auf's reichlichste gedüngt wurden.

Endlich geht hieraus als das merkwürdigste und wichtigste Ergebniß hervor, daß, wenn wir Kartoffeln, Weizen, Rüben, Erbsen, Klee (Pflanzen, welche Kali, Kalk und Kieselerde enthalten) auf einem und demselben und zwar reichlich gedüngten Felde durcheinander gepflanzt

hätten, so würden wir in sechszehn Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenstoff dasselbe Verhältniß von Stickstoff geerntet haben, wie auf einer Wiese, die keinen Dünger empfing.

Auf einem Morgen Wiesenlandes ernten wir nämlich in Pflanzen, welche Kali, Kalk und Kieselerde enthalten, 981 Pfund Kohlenstoff und 32,2 Pfund Stickstoff; auf einem Morgen Culturland, nach sechszehnjährigem Durchschnitte, ebenfalls in Pflanzen, welche die genannten Bestandtheile enthalten, 837 Kohlenstoff und 26,8 Stickstoff.

Wenn wir den Kohlenstoff und Stickstoff der Blätter des Runkelrüben- und Kartoffelkrautes, die in dem Ertrag des Culturlandes nicht gerechnet wurden, mit in Anschlag bringen, so geht hieraus hervor, daß wir auf dem Culturlande an Kohlenstoff und Stickstoff mit aller Zufuhr von kohlenstoff- und stickstoffhaltigem Dünger nicht mehr producirt haben, als auf einer gleichen Oberfläche mit Wiesenpflanzen, denen nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt werden.

Worauf beruht nun die eigentliche Wirkung des Düngers, der festen und flüssigen Thierexcremente?

Diese Frage ist jetzt einer einfachen Lösung fähig: diese Excremente haben auf unserem Culturlande, wo

dem wir in der Form von Getreide und Vieh seit vielen Jahrhunderten jährlich eine gewisse Menge von Bodenbestandtheilen ausgeführt, d. h. nicht mehr zurückgebracht haben, eine ganz bestimmte Wirkung ausgeübt.

Hätten wir in den sechszehn Jahren nicht gedüngt, so würden wir nur die Hälfte oder den dritten Theil an Kohlenstoff und Stickstoff geerntet haben.

Daß wir so viel auf dieser Oberfläche producirten, wie auf der Wiese, dies verdanken wir in der That den festen und flüssigen Thierexcrementen; allein mit aller Zufuhr an diesem Dünger wurde das Feld in dem sechsten Jahr, wo wir düngten, nicht reicher an den zur Nahrung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheilen, als es im ersten Jahre war; in dem zweiten Jahre nach der Düngung enthielt es weniger, als im ersten, und im fünften Jahr war es so weit daran erschöpft, daß wir, um eben so reiche Ernten wie im ersten Jahre zu erhalten, uns genöthigt sahen, so viel von diesen Bodenbestandtheilen wieder zuzuführen, als wir in den fünf Jahren dem Felde genommen hatten. Dies geschah zweifellos durch den Dünger.

Unsere Zufuhr an Dünger bewirkte also bloß, daß unser Culturland nicht ärmer daran wurde, als der Boden einer Wiese ist, welche fünfundzwanzig Centner Heu lieferte. Wir nehmen in den Wiesenpflanzen, dem Heu, eben so viel Bodenbestandtheile jährlich hinweg, wie in

einer Getreideernte, und wir wissen, daß die Fruchtbarkeit der Wiese eben so abhängig ist von dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen, wie die des Culturlandes von dem Dünger. Zwei Wiesen von gleicher Oberfläche, welche ungleiche Mengen von diesen anorganischen Nahrungsstoffen enthalten, sind unter gleichen Bedingungen ungleich fruchtbar. Die eine, welche mehr enthält, liefert in einer gewissen Anzahl Jahre mehr Heu, als die andere, welche ärmer daran ist.

Wenn wir der Wiese die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzen, so nimmt ihre Fruchtbarkeit ab.

Die Fruchtbarkeit derselben bleibt sich aber gleich, nicht nur, wenn wir ihr flüssige und feste Thierexcremente, nein, sie bleibt sich gleich, sie kann erhöht werden durch die einfache Zufuhr von den Mineralbestandtheilen, welche Holzpflanzen und andere Gewächse nach dem Verbrennen hinterlassen. Durch Asche stellen wir die sich vermindernde Fruchtbarkeit unserer Wiesen wieder her. Unter Asche verstehen wir aber den Inbegriff der Nahrungsmittel, welche die Vegetabilien von dem Boden empfangen. Indem wir sie auf unsere Wiesen bringen, geben wir den darauf wachsenden Pflanzen das Vermögen, Kohlenstoff und Stickstoff auf ihrer Oberfläche zu condensiren.

Sollte, so muß man fragen, die Wirkung der festen

und flüſſigen Excremente, welche die Aſche der im Leibe der Thiere und Menſchen verbrannten Pflanzen ſind, nicht auf der nämlichen Urſache beruhen?

Sollte die Fruchtbarkeit, bei gleichen phyſikaliſchen Bedingungen, nicht ganz unabhängig ſein von dem zugeführten Ammoniak? Würden unſere Culturpflanzen, wenn wir den Urin abgedampft, die feſten Excremente getrocknet und verbrannt, wenn wir die Salze des Urins und die Aſche der feſten Excremente unſerem Lande zugeführt hätten, würden die darauf gebauten Culturgewächſe, die Gramineen und Leguminoſen, nicht den Kohlenſtoff und Stickſtoff aus der nämlichen Quelle geſchöpft und empfangen haben, aus den ihn die Gramineen und Leguminoſen unſerer Wieſenfelder erhielten?

Kaum kann über dieſe Frage noch ein Zweifel herrſchen.

In Virginien erntete man auf einem und demſelben Felde in der Form von Weizen auf jedem Morgen im geringſten Anſchlag 22 Pfund Stickſtoff, in hundert Jahren macht dies 2200 Pfund. Wenn wir uns denken, daß dieſer Stickſtoff von dem Felde ſtammt, ſo müßte jeder Morgen deſſelben in der Form von Thierexcrementen hunderttauſende von Pfunden enthalten haben!!!

Seit Jahrhunderten erntet man, wie ich in einem früheren Briefe erwähnt habe, in Ungarn auf einem und

demſelben Felde Tabak und Weizen ohne alle Zufuhr von Stickſtoff. Iſt es möglich, daß dieſer Stickſtoff von dem Boden ſtammt?

Jedes Jahr belauben ſich unſere Buchen-, Kaſtanien- und Eichenwälder; die Blätter, der Saft, die Eicheln, die Kaſtanien, die Buchekern, die Kokosnuß, die Frucht des Brodbaumes ſind reich an Stickſtoff. Dieſer Stickſtoff iſt nicht im Boden enthalten, er wird den wildwachſenden Pflanzen nicht zugeführt. Von einem Morgen Land, den wir mit Maulbeerſträuchen bepflanzen, ernten wir in der Form von Seidenwürmern den Stickſtoff der Blätter, mit denen wir ſie ernährten, ſie liefern uns einen Theil davon als Seide, die über ſiebenzehn Procent Stickſtoff enthält, und dieſe Ernte erneuert ſich jedes Jahr, ohne daß wir dem Boden ſtickſtoffhaltigen Dünger zuführten. Es iſt unmöglich, zweifelhaft über die Quelle zu ſein, aus welcher dieſer Stickſtoff entſpringt. Dieſe Quelle kann nur die Atmoſphäre ſein.

Gleichgültig, in welcher Form er darin enthalten iſt, in welcher Form er daraus aufgenommen wird, der Stickſtoff der wildwachſenden Pflanzen ſtammt zweifellos aus der Luft.

Sollten ihn die Felder Virginiens, die Felder Ungarns nicht aus der nämlichen Quelle empfangen haben oder empfangen können, wie die wildwachſenden Pflanzen? Sollte die Zufuhr von Stickſtoff in den Thierexcre-

menten nicht ganz gleichgültig gewesen sein, oder erhalten wir in der That eine der Zufuhr an Ammoniak entsprechende Menge an Blutbestandtheilen auf unseren Feldern wieder?

Diese Frage ist durch die Untersuchungen Bouſſingault's, welche um so werthvoller sind, da sie zu ganz andern Zwecken und in einer ganz andern Richtung von ihm angestellt wurden, auf die entscheidendste Weise gelöst.

Nehmen wir an, daß der Dünger, den er auf seine Felder brachte, den nämlichen Zustand besaß, in welchem er analysirt worden war (bei 110 Grad in luftleerem Raum getrocknet), so empfingen diese Felder in dem Dünger in sechszehn Jahren 1300 Pfund Stickstoff, allein dieser Dünger wurde ja nicht wasserfrei, sondern im natürlichen, feuchten Zustande mit Wasser durchdrungen gegeben, beim Trocknen entweicht ja, wie wir wissen, aller Stickstoff, der in den Thierexcrementen in der Form von flüchtigem kohlensaurem Ammoniak enthalten ist. Der Stickstoff im Harn, der sich durch die Fäulniß in kohlensaures Ammoniak verwandelt hatte, ist in diesen 1300 Pfunden nicht in Rechnung gebracht. Nehmen wir an, daß er nur halb so viel betrug, wie der in den getrockneten Excrementen, so wurden einem Felde in sechszehn Jahren 1950 Pfund Stickstoff zugeführt.

In sechszehn Jahren wurden aber in der Form von Korn, Stroh und Wurzelgewächsen nur 1507 Pfund

Stickſtoff darauf geerntet, weit weniger alſo, als zugeführt wurde; daher denn ſein irriger Schluß, daß nur die Leguminoſen die Fähigkeit haben, Stickſtoff aus der Luft zu condenſiren, während den Gramineen und Wurzelgewächſen Stickſtoff zugeführt werden müßte; aber in der nämlichen Zeit ernten wir ja auf derſelben Fläche einer guten Wieſe, die keinen Stickſtoff empfing (auf einem Hectare = vier heſſiſchen Morgen) 2060 Pfund Stickſtoff.

Jedermann weiß, daß in dem holzarmen Egypten die Excremente der Thiere getrocknet das Hauptbrennmaterial ausmachen, daß Europa Jahrhunderte lang den Stickſtoff aus dem Ruß dieſer Excremente in der Form von Salmiack zugeführt erhielt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Gravenhorſt in Braunſchweig die Salmiakfabrikation entdeckte.

Außer den nichtflüchtigen, den Aſchenbeſtandtheilen dieſer Excremente, empfangen die Felder im Nilthale keinen thieriſchen Dünger, und dennoch ſind ſie ſeit Perioden, die weiter als unſere Geſchichte reichen, durch ihre Fruchtbarkeit ſprüchwörtlich geworden, und dieſe Fruchtbarkeit iſt noch heute ſo bewunderungswürdig wie ſie in den früheſten Zeiten war. Dieſe Felder empfangen in dem Schlamme des übergetretenen Nils jedes Jahr einen neuen, durch jahrtauſendjährige Cultur noch nicht erſchöpften Boden, durch den die in der Ernte entzogenen

Bodenbeſtandtheile wieder erſetzt werden. Der Schlamm des Nils enthält ſo wenig Stickſtoff, als der Schlamm der Schweizeralpen, der bei Rheinüberſchwemmungen unſere Felder befruchtet.

Welche ungeheure Lager von ſtickſtoffhaltigen thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffen müßten in der That die Hochgebirge Afrika's in Höhen beſitzen, welche über die Schneegrenze reichen, wo kein Vogel, kein Thier, aus Mangel an aller Vegetation, mehr Nahrung findet.

Wir wiſſen, daß der Käſe von den Pflanzen ſtammt, welche den Kühen zur Nahrung gedient haben. Die Wieſenpflanzen Hollands empfangen den Stickſtoff, der im Käſe enthalten iſt, aus derſelben Quelle, wie bei uns, ſie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und feſten Excrementen auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig ſehr kleine Quantität wird in dem Käſe ausgeführt.

Der Zuſtand der Fruchtbarkeit dieſer Wieſen kann ſich demnach ſo wenig ändern, wie der unſerer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größten Theil der entzogenen Bodenbeſtandtheile in der Form von Dünger wieder erſetzen.

In den Käſediſtricten Hollands bleiben dieſe Bodenbeſtandtheile auf den Wieſen zurück, in unſeren land-

wirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bestandtheile zu Hause, und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe, er stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfingen; aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käsearten, die in Holland, in der Schweiz und in andern Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder, die Schweizeralpen Millionen Centner Käse producirt, jedes Jahr werden tausende von Centnern Käse aus diesen Ländern ausgeführt, und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl sie niemals mehr Stickstoff empfangen können, als sie schon enthalten.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß unsere Felder durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert, daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit nicht zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Ertrag in geradem Verhältniß mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhal-

tigen Bestandtheile in unsern Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält, fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deßhalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergang in Blutbestandtheile nöthigen andern Stoffen. Geben wir dem Felde diese andern Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt, fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachsthum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden, es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin (der wirksame Bestandtheil der Spargel und Althäwurzel), daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senfsamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung der Bodenbestandtheile. Wären aber die organischen Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung

der anorganischen Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die Thiere, welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, ohne den phosphorsauren Kalk allein würden wir Pferde, Ochsen, Schafe, vielleicht aber ohne Knochen haben.

In dem Harn und den festen Excrementen der Thiere, in dem Guano führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unsern Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungsstoffen, und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienten, enthalten waren, oder, was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak als der Stickstoffquelle beschränkt sich also, ähnlich wie die des Humus als einer Kohlensäurequelle, auf das Moment der Zeit, auf eine in einer gegebenen Zeit beschleunigte Entwicklung unserer Culturpflanzen. In der Form von Thier- und Menschenexcrementen zugeführt, steigern wir durch das Ammoniak den Gehalt unserer

Culturpflanzen an Blutbeſtandtheilen, eine Wirkung, welche das kohlenſaure und ſchwefelſaure Ammoniak für ſich allein nie beſitzt.

Zur Vermeidung von jedem Mißverſtändniß muß wiederholt darauf aufmerkſam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinanderſetzung in keiner Weiſe mit der Wirkung des künſtlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniakſalze im Widerſpruche ſteht. Das Ammoniak bleibt ſtets die Quelle alles Stickſtoffs für die Pflanzen, ſeine Zufuhr iſt nie nachtheilig, immer nützlich, für gewiſſe Zwecke durchaus unentbehrlich, allein es iſt für die Agricultur von der *größten Wichtigkeit*, mit Beſtimmtheit zu wiſſen, daß die Zufuhr von Ammoniak für die meiſten Culturgewächſe unnöthig und überflüſſig iſt, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutſchland als fortgeſetzte Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf nach ſeinem Stickſtoffgehalt, daß er dieſem Stickſtoffgehalt nicht proportional iſt.

Durch die genaue Beſtimmung der Aſchenmenge der Culturpflanzen, die ſich auf dem verſchiedenſten Boden entwickelt haben, ſo wie durch ihre Analyſe, werden wir erfahren, welche Beſtandtheile in der nämlichen Pflanze wechſeln, und welche conſtant ſind; wir werden zu einer genauen Kenntniß der Summe aller Beſtandtheile gelangen, die wir in verſchiedenen Ernten dem Boden nehmen.

Der Landwirth wird damit in den Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohleingerichteten Manufactur, ein Buch zu führen über einen jeden seiner Aecker, mit Genauigkeit voraus zu bestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzuführen muß, um den Acker je nach der geernteten Frucht in seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurück zu versetzen; er wird genau in Pfunden auszudrücken wissen, wie viel er von dem einen oder andern Bodenbestandtheil zu geben hat, um seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfniß unserer Zeit; wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgaben entgegensehen können, und mit Hülfe erleuchteter Landwirthe zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen System der Land- und Feldwirthschaft für alle Länder und für alle Bodenarten gelangen.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.